

تحلیل سیستمی وضعیت به‌کارگیری انرژی بادی در کشور با استفاده از رویکرد سیستم نوآوری فناورانه

محمدحسن معادی رودسری* و علیرضا بوشهری**

تاریخ پذیرش ۱۳۹۵/۷/۲۰

تاریخ دریافت ۱۳۹۴/۱۱/۱۷

با توجه به رشد روزافزون تقاضای انرژی در دهه‌های آینده انتظار می‌رود که انتشار فناوری‌هایی که اتکا به سوخت‌های فسیلی را کم می‌کنند به‌ویژه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر با استقبال بیشتری در نواحی‌ای که میزان تقاضای انرژی آنها بیشتر است همراه شود. به انرژی‌های ناشی از فرایندهای طبیعی که مکرراً تجدید می‌شوند، انرژی تجدیدپذیر یا انرژی نو می‌گویند. انرژی باد یکی از انواع انرژی‌های نو یا تجدیدپذیر است که با استفاده از فناوری توربین‌های بادی، انرژی باد را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. در بین انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی باد یکی از اقتصادی‌ترین روش‌های تولید برق و تضمین‌کننده بخش قابل توجهی از بحث امنیت انرژی است و در کشور ما نیز استفاده از این فناوری مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش از یک سو ضمن پرداختن به این موضوع و ارائه اطلاعات و آماری از وضعیت به‌کارگیری انرژی بادی در کشور و مناطق مختلف جهان، رویکرد سیستمی هفت بعد کارکردی مورد توجه قرار گرفته است؛ که در واقع فرایندهایی کلیدی هستند که در تکامل سیستم نوآوری فناورانه نقش دارند و اگر سیستم نوآوری بخواهد با موفقیت تکامل یابد باید در ابعاد: توسعه و اشاعه دانش، تأثیرگذاری بر جهت‌گیری جست‌وجوها و شناسایی فرصت‌ها، شکل‌دهی به بازارها، بسیج منابع، تجربیات کارآفرینانه و مدیریت ریسک و عدم اطمینان، مشروعیت‌بخشی و توسعه اثرات جانبی، خوب عمل کند. از سوی دیگر در این پژوهش ماهیت مکانیسم‌های مسدودکننده مورد تحلیل قرار می‌گیرد و تلاش می‌شود بر مبنای آن مبانی منطقی برای مداخلات سیاستی مشخص شود.

کلیدواژه‌ها: تحلیل سیستمی، سیستم نوآوری فناورانه، انرژی تجدیدپذیر، انرژی باد، فناوری توربین بادی، تقاضای انرژی

* عضو هیئت علمی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (نویسنده مسئول)

Email: mmoadee@yahoo.com

Email: arb1148@yahoo.com

** استادیار دانشکده مدیریت و فناوری نرم، دانشگاه مالک اشتر

مقدمه

با توجه به رشد روزافزون تقاضای انرژی در دهه‌های آینده انتظار می‌رود که انتشار فناوری‌هایی که اتکا به سوخت‌های فسیلی را کم می‌کند با استقبال بیشتری به‌ویژه در نواحی که میزان تقاضای انرژی آنها بیشتر است همراه شود. به انرژی‌های ناشی از فرایندهای طبیعی که مکرراً تجدید می‌شوند، انرژی تجدیدپذیر یا انرژی نو می‌گویند. این نوع انرژی‌ها امروزه در دنیا و کشورمان از توجه ویژه‌ای برخوردار شده است به‌طوری که سالانه افزایش قابل توجهی در استفاده از این نوع انرژی‌ها و ظرفیت‌سازی برای به‌کارگیری آن مشاهده می‌شود. انرژی باد یکی از انواع انرژی‌های نو یا تجدیدپذیر است که با استفاده از فناوری توربین‌های بادی، انرژی باد را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. در بین انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی باد یکی از اقتصادی‌ترین روش‌های تولید برق و تضمین‌کننده بخش قابل توجهی از بحث امنیت انرژی است و در کشور ما نیز استفاده از این فناوری مورد توجه قرار گرفته و بخش خصوصی هر چند به صورت محدود، در این زمینه سرمایه‌گذاری‌هایی انجام داده است. با وجود مناطق مستعد در کشور برای به‌کارگیری این فناوری می‌توان گفت که هم استفاده محدودی از آن صورت گرفته و هم با وجود ورود بخش خصوصی برای تولید توربین‌های بادی، خرید خارجی انجام می‌شود و زمینه لازم برای بومی‌سازی و ارتقای توان این توربین‌ها توسط شرکت‌های داخلی فراهم نشده و انتقال و جذب فناوری توربین‌های بادی به‌طور مناسبی صورت نپذیرفته است. توسعه انرژی‌های نو و به‌ویژه انرژی بادی که تجاری‌ترین نوع آنهاست، به صراحت در اسناد و قوانین ملی بالادستی و سیاست‌های ابلاغی مقام معظم رهبری تدوین و ابلاغ شده است.

بنابراین بدون تردید یکی از اصلی‌ترین مؤلفه‌های امنیتی تمام کشورها دسترسی به انرژی مورد نیاز است و به‌وجود آمدن هر اشکالی در سیستم عرضه انرژی، اختلال و آسیب‌های پر دامنه‌ای را در تمام بخش‌های اقتصادی و اجتماعی بر جای خواهد گذاشت. هرچند ایران کشوری نفت‌خیز است، اما مصرف بی‌رویه این ماده ارزشمند قابل توجیه نبوده و اعتقاد بر این است که از این منبع گرانها باید برای استفاده نسل‌های بعد و همچنین برای مصارف با ارزش افزوده بالاتر نگهداری و صیانت شود. بنابراین استفاده از منابع دیگر

برای تأمین انرژی مورد نیاز همواره مورد توجه سیاستگذاران کشور بوده است. گفتنی است بسیاری از کشورها تنوع بخشی به منابع انرژی را جزء اصلی ترین راهبردهای خود قرار داده تا از وابستگی به یک یا دو نوع انرژی احتراز کرده و آسیب پذیری خود را به حداقل ممکن کاهش دهند. بر این اساس باید از همه منابع انرژی در دسترس و قابل حصول، از جمله انرژی های تجدیدپذیر، انرژی مصرفی مورد نیاز کشور تأمین شود و با ایجاد تنوع در منابع انرژی، پایداری بیشتری در سیستم انرژی کشور به وجود آید. اگرچه ایران هنوز در زمره کشورهایی قرار نگرفته که متعهد به کاهش انتشار گازهای آلاینده و گلخانه ای شده اند ولی از هم اکنون براساس سیاست های مصوب، خود را متعهد به حفاظت از کره زمین، اتمسفر و محیط زیست می داند و تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر از جمله انرژی بادی را مورد تأکید قرار داده است. به طور کلی با جایگزینی هر ۱ درصد از انرژی برق بادی با انرژی برق تولیدی از نیروگاه های سوخت فسیلی می توان حدود ۳ درصد از انتشار گازهای گلخانه ای کاست. در این پژوهش ضمن پرداختن به این موضوع و ارائه اطلاعات و آماری از وضعیت به کارگیری انرژی بادی در کشور و مناطق مختلف جهان، با رویکرد سیستمی هفت بعد کارکردی مورد توجه قرار گرفته است که در واقع فرایندهایی کلیدی هستند که در تکامل سیستم نوآوری فناورانه نقش دارند و اگر سیستم نوآوری بخواهد با موفقیت تکامل یابد باید در ابعاد: توسعه و اشاعه دانش، تأثیرگذاری بر جهت گیری جست و جوها و شناسایی فرصت ها، شکل دهی به بازارها، بسیج منابع، تجربیات کارآفرینانه و مدیریت ریسک و عدم اطمینان، مشروعیت بخشی و توسعه اثرات جانبی، به خوبی عمل کند؛ سپس ماهیت مکانسیم های مسدودکننده مورد تحلیل قرار می گیرد و بر مبنای آن پیشنهادها: اتخاذ تصمیم درباره عوارض ۳۰ ریالی اخذ شده برای توسعه تولید برق از انرژی های تجدیدپذیر و واریز مستقیم آن به حساب سازمان انرژی های نو، تصویب یک قانون دائمی برای گسترش این فناوری و تأمین منابع مورد نیاز آن، لزوم ثبات در اجرای مصوبه خرید برق از نیروگاه های انرژی های تجدیدپذیر، ضرورت کار فرهنگی گسترده برای توجه هر چه بیشتر به بهره گیری از انرژی های تجدیدپذیر، الزام سرمایه گذار خارجی به خرید از شرکت های داخلی در مورد آن بخش از تجهیزات پروژه که تولید آنها در

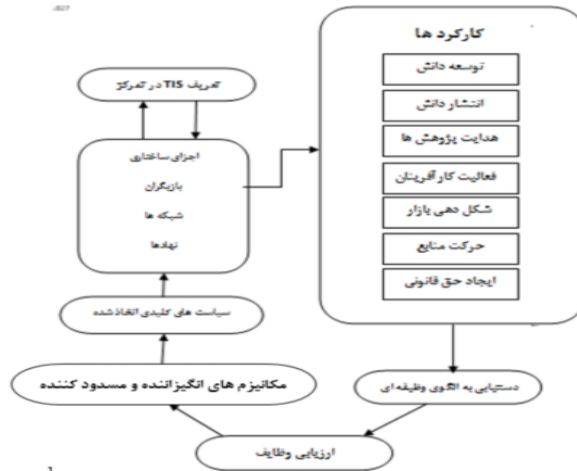
داخل امکان‌پذیر است، اتخاذ سیاست حمایتی از جمله اعطای وام‌های کم‌بهره و معافیت مالیاتی با هدف ایجاد چند شرکت بزرگ تولیدکننده توربین در کشور، بازنگري مقررات و مهندسی مجدد فرایند صدور مجوزها و انعقاد قراردادها، تسريع در ایجاد سازمانی با نام سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری با هدف تقویت ساختار سازمانی موجود در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور ارائه شده است.

۱. تحلیل سیستم

«یافتن مبانی منطقی مداخلات و شناسایی موضوعات سیاستی اصلی در یک سیستم نوآوری مشخص، نیازمند درک فرایندهای کلیدی در تکامل سیستم است. تمرکز بر فرایندهای کلیدی به جای وضعیت‌ها، دلالت بر رویکرد ما در مورد پویایی‌های سیستم نوآوری دارد. فرایندهای کلیدی در دو سطح قابل شناسایی هستند. سطح اول ساختاری است و به سه جزء از اجزای سیستم نوآوری فناورانه^۱ می‌پردازد: بازیگران، شبکه‌ها و نهادها. پویایی‌های سیستم از لحاظ اینکه چگونه بازیگران به سیستم نوآوری فناوری وارد می‌شوند، شبکه‌ها چگونه شکل می‌گیرند و نهادها چگونه تغییر می‌کنند (یا نمی‌کنند) قابل تحلیل است» (اسمیتز، کوهلمان و شپیرا، ۱۳۹۳: ۱۷۹). شکل ۱ فرایند سیستم نوآوری فناورانه را نشان می‌دهد (Gosens and Lu, 2013).

«رویکرد سیستمی می‌تواند به‌طور مناسبی حداقل در سه سطح از تجزیه و تحلیل به کار برده شود: برای یک فناوری در مفهوم حوزه دانش، برای یک محصول یا مصنوع و سرانجام برای برآورده سازی یک کارکرد خاص (به‌عنوان مثال در حوزه سلامت یا حمل و نقل). بنابراین مرزهای سیستم، بازیگران درگیر موضوع، شبکه‌ها و نهادها می‌توانند بر تصمیم ما در انتخاب سطح تجزیه و تحلیل تأثیرگذار بوده و آن را تغییر دهند» (Carlsson and et al., 1999).

شکل ۱. تجزیه و تحلیل کارکردی سیستم نوآوری فناورانه



مأخذ: یافته‌های تحقیق همچنین Gosens and Lu, 2013

با توجه به کمبود آمار و اطلاعات مربوطه و براساس جست‌وجوهای کتابخانه‌ای و اینترنتی، اجزای ساختاری سیستم نوآوری فناورانه در حوزه انرژی بادی در کشور را می‌توان به شرح زیر نام برد.

۱-۱. بازیگران

باید توجه داشت که «کارکرد سیستم نوآوری تولید، انتشار و به کارگیری فناوری (اعم از محصول یا دانش فنی) است. بنابراین فراهم‌سازی زمینه لازم برای بازیگران به گونه‌ای که بتوانند کارکردهای سیستم نوآوری در مورد فناوری‌هایی که ارزش اقتصادی دارند را پیاده‌سازی کنند وظیفه اصلی سیستم است» (Ibid.). منظور از بازیگران «سازمان‌ها و اشخاص درگیر در فناوری نوظهور می‌باشد» (Vidican and et al., 2012). بر این اساس می‌توان بازیگران اصلی به کارگیری انرژی بادی را در کشور به شرح زیر برشمرد:

سازمان انرژی نو ایران (داخلی‌سازی و اجرای پروژه‌های پایلوت در کنار وظایف تولی‌گری و فرهنگ‌سازی)، شرکت‌های صنعتی فعال در زمینه تولید توربین بادی نظیر سدید صبانیرو، شرکت مدیریت پروژه‌های نیروگاهی (مپنا)، شرکت‌های فعال در حوزه تولید برق از انرژی باد مانند: بهین ارتباط مهر، تولید نیروی برق سبز بینالود، نیروگاه‌های بادی آترین ایرانیان -

نیبا، توسعه توان پایدار، توسعه و احداث نیروگاه‌های بادی توان باد، آریا پارس سیستم، بهین ارتباط مهر، تیزباد نیرو، مولد نیروی نسیم سینا، آرین مهباد (ماهتاب گستر)، کارآفرینان، پژوهشگاه‌ها مانند پژوهشگاه نیرو، مراکز دانشگاهی مانند دانشگاه فردوسی مشهد که موفق به ساخت توربین بادی ۱۰۰ کیلوواتی شده است و مراکز تحقیقات صنعتی.

۱-۲. شبکه‌ها

«شبکه‌ها روش‌هایی برای انتقال دانش ضمنی یا آشکار است. ائتلاف شرکت‌ها، اتحادیه‌های صنعتی و ارتباطات پژوهشی مثال‌هایی برای تشکیل شبکه‌هاست» (Ibid.). ارتباط رسمی بین سانا و سازمان‌های دولتی و غیردولتی و دانشگاه‌ها معمولاً از طریق ایجاد تفاهمنامه‌های مشترک همکاری و برگزاری کارگاه‌های آموزشی و حضور در نمایشگاه‌ها میسر می‌شود. درباره سازمان‌هایی که سانا ارتباط مشترک کاری دارد نظیر وزارت نفت، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان فنی و حرفه‌ای و نیز مجامع و انجمن‌های دانش‌بنیان، همکاری‌های مؤثری با تعریف پروژه‌های تحقیقاتی و مشاوره‌ای حاصل می‌شود. همچنین قراردادهای ایجاد تأسیسات نیروگاهی برق بادی بین سانا و شرکت‌های بخش خصوصی و خرید تضمینی برق تولیدی آنها را می‌توان به حمایتی دولتی برای زمینه‌سازی شکل‌گیری شبکه‌ای از بخش خصوصی فعال در این عرصه تعبیر کرد.

۱-۳. نهادها

«نهادها به مجموعه‌ای از فرهنگ، نرم‌های اجتماعی، عادات مشترک، روال‌ها، طرز کارهای ثابت، مقررات و قوانینی اطلاق می‌شود که روابط بین بازیگران و تعامل بین اشخاص، گروه‌ها و سازمان‌ها را تنظیم و برقرار می‌کند» (Ibid.). بر این اساس و با بررسی روند تاریخی موضوع می‌توان موارد زیر را برشمرد:

۱. استفاده از آسیاب‌های بادی که از قدیم در ایران مرسوم بود نشان‌دهنده ریشه‌دار بودن استفاده از انرژی باد در فرهنگ ایرانی است.

۲. توجه به موضوعات زیست‌محیطی و پایان‌پذیر بودن منابع سوخت فسیلی در آینده‌ای نه

چندان دور، توجه به انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی بادی را در کشور افزایش داده است.
۳. توجه به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در سیاست‌های کلان کشور، اسناد بالادستی و قوانین و مقررات کشور که برخی از آنها به شرح زیر است:

- مصوبه شورای عالی اداری در خصوص انجام مطالعات و تحقیقات درباره انرژی‌های نو (تجدیدپذیر) و بهره‌برداری مؤثر از آن در کشور در سال ۱۳۸۳،
- قانون عضویت دولت جمهوری اسلامی ایران در آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر مصوب سال ۱۳۹۱،

- ماده (۶۲) قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت (مصوب برنامه سوم و تنفیذ شده در برنامه چهارم توسعه) و مکلف شدن وزارت نیرو به خرید برق از نیروگاه‌های تجدیدپذیر غیردولتی (۱۳۸۰/۱۰/۲۶)،

- مواد (۶۱، ۴۴ و ۶۲) قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی (مصوب ۱۳۸۹/۱۲/۴)،
- واگذاری سیاستگذاری بخش انرژی کشور به شورای عالی انرژی پس از ابلاغ قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی (۱۳۸۹/۱۲/۱۱)،

- آیین‌نامه اجرایی بند «ب» ماده (۲۵) قانون برنامه چهارم توسعه و تعیین شرایط خرید تضمینی برق (مصوب ۱۳۸۴/۴/۸)،

- هدفگذاری نصب پنج هزار مگاوات نیروگاه تجدیدپذیر در ماده (۱۳۳) قانون برنامه پنجم توسعه و در نظر گرفتن ۴۵۰۰ مگاوات آن برای توسعه باد (مصوب ۱۳۸۹/۱۰/۱۵)،

- دریافت عوارض از برق به منظور توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر (آغاز دریافت پس از تصویب قانون بودجه سال ۱۳۹۲) که در آن وزارت نیرو افزون بر دریافت بهای برق به ازای هر کیلووات ساعت برق فروخته شده مبلغ سی ریال در قبوض مربوطه درج و از مشترکین برق به استثنای مشترکین خانگی روستایی دریافت می‌کند که در حدود نیمی از منابع مذکور حاصله در حمایت از تولید برق تجدیدپذیر و پاک هزینه می‌شود،

- ابلاغ تعرفه جدید خرید تضمینی برق از نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک در تیرماه سال ۱۳۹۴،

- قانون ایجاد تعهد به تحویل سوخت مایع صرفه‌جویی شده یا معادل آن به مدت ۲

- سال از ابتدای بهره‌برداری نیروگاه تجدیدپذیر به سرمایه‌گذاران بخش خصوصی (به ازای هر ۳,۷۲ کیلووات ساعت تولید الکتریسیته، معادل ۱ لیتر) (مصوب ۱۳۹۲/۸/۱)،
- آیین‌نامه ماده (۶۱) قانون اصلاح الگوی مصرف (مصوب ۱۳۹۴/۱۲/۱۸)،
- قانون حمایت از صنعت برق (مصوب ۱۳۹۴)،
- تصویب و ابلاغ قانون حمایت از مؤسسات و شرکت‌های دانش‌بنیان و تجاری سازی نوآوری و اختراعات (مصوب ۱۳۸۹/۸/۵)،
- افزودن ماده‌ای برای اولین بار در قانون بودجه سال ۱۳۹۴ و مکلف شدن بانک‌های عامل به پذیرفتن قراردادهای خرید تضمینی به‌عنوان وثیقه.
۴. سیاست کلی نظام جمهوری اسلامی ایران در مورد «انرژی» ابلاغی توسط مقام معظم رهبری در سال ۱۳۷۹ که در آن ایجاد تنوع در منابع انرژی کشور و استفاده از آن با رعایت مسائل زیست‌محیطی و تلاش برای افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر با اولویت انرژی‌های آبی مورد تأکید قرار گرفت.
۵. تأسیس سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) در سال ۱۳۷۸.
۶. تأسیس ستاد توسعه فناوری انرژی‌های نو، در سال ۱۳۸۷.
۷. تقدیم لایحه تأسیس سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی ایران (ساتبا) به‌عنوان یک سازمان مستقل (۱۳۹۲/۸/۱۳).
۸. تهیه و تصویب سند راهبرد ملی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کمیسیون‌های تخصصی شورای انقلاب فرهنگی (۱۳۹۳/۱۲/۲۳).

۲. بررسی هفت بعد کارکردی سیستم نوآوری فناورانه در حوزه توربین‌های

بادی

هفت بعد کارکردی که در واقع فرایندهایی کلیدی هستند که در تکامل سیستم نوآوری فناورانه نقش دارند و اگر سیستم نوآوری بخواهد با موفقیت تکامل یابد باید در این ابعاد یعنی: توسعه و اشاعه دانش، تأثیرگذاری بر جهت‌گیری جست‌وجوها و شناسایی فرصت‌ها، شکل‌دهی به بازارها، بسیج منابع، تجربیات کارآفرینانه و مدیریت ریسک و عدم اطمینان،

مشروعیت بخشی و توسعه اثرات جانبی، خوب عمل کند و در مورد به کارگیری فناوری توربین های بادی برای تولید برق در کشور بررسی شود.

۱-۲. توسعه و اشاعه دانش

«نرخ فروش و زمان ورود به یک صنعت، جزء عوامل تعیین کننده ای است که یک کشور نقش پیشرو یا پیرو در آن صنعت را برعهده دارد. شاخص به کار رفته برای اندازه گیری نرخ فروش، نرخ تولید برند در یک کشور است و شاخص ارزیابی زمان ورود به یک صنعت زمانی است که نمونه آزمایشگاهی آن ساخته می شود. از آنجا که ظرفیت نصب شده کامل توربین بادی در ایران تحت لیسانس شرکت Vestas Wind System بوده تولید برند بومی صفر است. به بیان دیگر سایر کشورها در موقعیت بالاتری از نرخ فروش هستند. با مقایسه میزان تولید توربین بادی در کشور می توان نتیجه گیری کرد که ایران در زمینه این صنعت کشوری پیرو است. همچنین بررسی زمان ورود به این صنعت نیز نشان دهنده آن است که اگرچه ایران در زمینه استفاده مکانیکی از انرژی باد دارای سابقه تاریخی طولانی است اما در تولید توربین های بادی مدرن این سابقه قابل چشم پوشی بوده و کشوری پیرو است به طوری که بین ایران و کشورهای پیشرو در این صنعت سه دهه فاصله وجود دارد. با بررسی این معیار می توان تشخیص داد که وقفه زمانی در ورود به این صنعت بین ایران و کشورهای پیشرو وجود دارد» (Bagheri Moghaddam and et al., 2011).

توانمندی داخلی در ساخت سه سیستم اصلی توربین بادی برج، ناسل و روتور در داخل کشور از سال ۱۳۸۳ (سال پایه) تاکنون از ۲/۲۸ درصد به ۱/۶۸ درصد ارتقاء یافته است. برج به عنوان یکی از مجموعه های توربین بادی، اولین بخشی است که توانمندی کامل در ساخت آن به دست آمده و توانمندی اولیه آن از ۶۷ درصد به ۱۰۰ درصد در حال حاضر تبدیل شده است. گفتنی است بخشی از توانمندی ساخت روتور (در حدود ۲۰ درصد) به مواد اولیه پره ارتباط دارد که تنها در اختیار چند کشور محدود دنیا قرار داشته و اکتساب این توانمندی با صنعت فوق مقرون به صرفه نیست. بنابراین اقداماتی برای جایگزین کردن مواد فوق با مواد مشابه بدون محدودیت های فوق الذکر در حال انجام است که در

صورت اخذ نتیجه مورد انتظار، توانمندی کامل را در ساخت روتور و تأمین مواد اولیه آن به ارمغان خواهد آورد.

قطعات داخل ناسل پیچیده‌ترین مجموعه‌هایی هستند که در توربین بادی قرار دارند، به طوری که توانمندی اولیه ۱/۸ درصدی در کشور برای ساخت آنها وجود داشته است اما با تلاش‌های صورت گرفته گروه صنعتی سدید و سازمان انرژی‌های نو ایران، این توانمندی هم‌اکنون به مرز ۳۵/۷ درصد رسیده است. همچنین اقدامات لازم در زمینه ساخت گیربکس، ژنراتور، سیستم الکتریکی و کنترلی، سیستم هیدرولیک و مواد پره در حال انجام است. فعالیت‌های صورت گرفته و توانمندی‌های به دست آمده در کشور به شرح زیر قابل بیان است:

- عقد قرارداد به مجموع بیش از ۷۰۰ مگاوات در بخش غیردولتی،
- نصب ۱۵ واحد توربین بادی ۶۶۰ کیلووات از محل توربین‌های بادی منجیل در مناطق بادخیز کشور به منظور آگاه‌سازی، توسعه و ترویج استفاده از انرژی بادی در سطح کشور،
- تحقیقات طراحی ساخت، نصب و راه‌اندازی توربین ۱۰ کیلووات،
- طراحی و ساخت توربین بادی ۶۰۰ کیلووات و کسب تکنولوژی ساخت ژنراتور، گیربکس و قطعات ناسل (شفت اصلی، هوزینگ، هاب، شاسی و ... توربین بادی ۶۶۰ کیلووات)،
- مطالعات مقدماتی و طراحی مفهومی توربین مگاواتی ملی - فاز ۱،
- طراحی و ساخت جرتقیل خاص برای آسان‌سازی تعمیرات توربین ۶۶۰ کیلووات،
- طراحی و ساخت توربین بادی ۶۰۰ کیلووات.

بر این اساس می‌توان نتیجه‌گیری کرد در زمینه توسعه و اشاعه دانش با وجود وقفه زمانی در ورود ایران به این صنعت و پیرو بودن آن، توانمندی اولیه‌ای در زمینه دانش طراحی و ساخت توربین‌های بادی فراهم شده اما حرکت‌های صورت گرفته آهنگ مناسبی نداشته و حتی کشورهایی که دیرنگام‌تر از ما اقدام به ورود این صنعت کرده‌اند از ما پیشی گرفته‌اند. با این وجود در صورت اتخاذ سیاست‌های مداخله‌ای و حمایتی دولت، می‌توان به توسعه این صنعت در کشور امیدوار بود.

۲-۲. تأثیرگذاری بر جهت‌گیری جست‌وجوها و شناسایی فرصت‌ها

در حالی که بنا به اعلام آمارهای جهانی، ایران ۱۲۵ مگاوات ظرفیت نصب شده توربین بادی دارد، سانا اعلام کرده است تا خرداد ۱۳۹۴ برای تولید ۱۲۳۸۵ مگاوات مجوز صادر شده و از ورود بخش خصوصی به این حوزه حمایت صورت گرفته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که از سرمایه‌گذاران متقاضی ورود به این صنعت تنها دو گروه توانسته‌اند اعتبار اسنادی خود را گشایش کرده و مزرعه بادی ایجاد کنند. با توجه به اینکه ایران از نظر مجموع ذخایر نفت و گاز دومین و بزرگ‌ترین دارنده ذخایر گاز و چهارمین کشور دارنده منابع نفتی است بنابراین به دلیل سلطه نفت و درآمدهای نفتی بر اقتصاد کشور، لازم است به استفاده از سایر منابع انرژی نیز اندیشید. به‌ویژه در زمانی که قیمت‌های نفت و گاز پایین است و سرمایه‌گذاری در این حوزه نیاز به کار فرهنگی وسیع و ایجاد انگیزه برای ورود سرمایه‌گذاران دارد. با توجه به مباحث آلودگی هوا و نقشی که استفاده از ذخایر نفت و گاز برای تولید برق در این موضوع دارد و اثرات گازهای گلخانه‌ای بر وضعیت آب و هوایی زمین و گرم شدن و تبعات ناشی از آن یکی از زمینه‌های مورد نظر برای انجام کار فرهنگی و ترغیب استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به‌ویژه نیروی باد برای تولید برق است که نیازمند اطلاع‌رسانی و تبلیغات گسترده است. از سویی بنا به منطق اقتصادی، سرمایه‌گذاران در جایی ورود می‌کنند که بتوانند در حداقل زمان ممکن بازگشت سرمایه آنها تضمین شده و با رسیدن به نقطه سر به سر به سود مناسبی دست یابند. بنابراین استفاده از اهرم قیمتی برای برق‌های تجدیدپذیر می‌تواند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارها برای تأثیرگذاری بر ذهن و فکر سرمایه‌گذاران و به‌عنوان مشوقی برای وادارسازی آنها برای انتخاب این صنعت و ورود به این عرصه عمل کند.

هر چند بررسی عملکرد وزارت نیرو و سازمان انرژی‌های نو ایران نشان می‌دهد که در این خصوص گام‌هایی برداشته شده اما با فراز و فرودهایی همراه بوده که در تصمیم‌گیری بخش خصوصی برای ورود به این صنعت تأثیر گذاشته و آینده مطمئنی پیش روی سرمایه‌گذاران این بخش قرار نمی‌دهد که در بخش مکانیسم‌های مشوق و مسدودکننده بدان پرداخته می‌شود.

۲-۳. شکل‌دهی به بازارها

«در سال ۲۰۱۱ حدود ۱۶/۷ درصد از مصرف نهایی انرژی در جهان از منابع تجدیدپذیر تأمین شده و کل ظرفیت جهانی توسعه یافته این منابع، به میزان ۱۳۶۰ گیگاوات رسیده است. سرمایه‌گذاری جدید جهانی در حوزه تجدیدپذیرها نیز نسبت به سال قبل شاهد رشد ۱۷ درصدی بوده و به ۲۵۷ میلیارد دلار رسیده است. این رقم بیش از شش برابر سرمایه‌گذاری در سال ۲۰۰۴ و دو برابر سال ۲۰۰۷ میلادی (سال پیش از بحران اقتصادی جهانی) است. تجدیدپذیرها بیش از ۲۵ درصد از کل ظرفیت تولید نیروگاهی جهانی را به خود اختصاص داده و حدود ۲۰/۳ درصد از الکتریسیته جهانی را تأمین می‌کند که سهم انرژی بادی بیشتر از همه انواع انرژی‌های تجدیدپذیر نوین و برابر ۶۱ درصد بدون احتساب نیروگاه‌های برق آبی بزرگ بوده است. از سویی، در حال حاضر بیش از ۲۳۸ هزار مگاوات نیروگاه بادی در سراسر جهان نصب شده است که بیش از ۱۷ درصد از ظرفیت تجمعی نصب شده آنها تنها طی سال ۲۰۱۱ اتفاق افتاده است. بنابراین این صنعت در سال‌های اخیر به‌طور متوسط سالانه حدود ۴۰ درصد رشد کرده و یکی از سریع‌الرشدترین صناعت‌ها در بخش انرژی جهان بوده است» (بهزاد، بی‌تا). این در حالی است که طبق آمار منتشر شده در ترازنامه انرژی در سال ۱۳۹۳ سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید انرژی کشور حدود ۱ درصد و سهم انرژی خورشیدی و بادی بسیار ناچیز و رقمی نزدیک به صفر بوده است.

«سازمان انرژی‌های نو (سانا) چندی پیش مجوز احداث ۱۰ هزار مگاوات نیروگاه تولیدی از انرژی‌های تجدیدپذیر را در کشور صادر کرده که این حجم از انرژی برق با استفاده از انرژی خورشید، باد، زباله، گازهای حاصل از تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب تولید خواهد شد. مطالعاتی که در زمینه ظرفیت انرژی بادی کشور انجام شده است، نشان می‌دهد امکان تولید ۴۰ هزار مگاوات انرژی با نصب نیروگاه‌های بادی در کشور وجود دارد» (آرمودلی، ۱۳۹۳).

طبق این مطالعات، شهرهای منجیل، زابل، اقلید فارس، بوشهر، زهک، زرینه اوباتو (کردستان)، خور (بیرجند)، نورآباد (لرستان)، اردبیل، بندر دیر، کهنوج، بیجار، خدابنده (زنجان)، فیروزکوه و رفسنجان از جمله مناطقی در کشور هستند که مستعد سرمایه‌گذاری

برای بهره‌برداری از انرژی باد بوده و به ترتیب از بیشترین سرعت باد برخوردارند به گونه‌ای که به ترتیب دامنه سرعت باد در این مناطق از ۸/۸ متر بر ثانیه تا ۵ متر بر ثانیه اندازه‌گیری شده است. «طبق آخرین آمار منتشره از سوی سانا تا خرداد ۱۳۹۴ به میزان ۱۳۱۰/۵ مگاوات قرارداد خرید برق از بخش خصوصی به دو صورت خرید نقدی و بیع متقابل منعقد شده و در مجموع ظرفیت پرونده‌های تشکیل شده و در دست بررسی برای انعقاد قرارداد با بخش خصوصی به میزان ۱۲۳۸۵ مگاوات می‌باشد» (<http://www.sun.org.ir>).

این در حالی است که «در قانون برنامه پنجم توسعه نصب پنج هزار مگاوات نیروگاه تجدیدپذیر هدفگذاری شده که از این میزان ۴۵۰۰ مگاوات آن برای توسعه باد در نظر گرفته شده است. بر این اساس می‌توان گفت بازار نیروگاه‌های بادی در ایران رو به شکوفایی است و ورود به این بازار می‌تواند آینده خوبی را در درازمدت برای سرمایه‌گذاران تضمین کند. بنابراین اگر به ایران به صورت پایگاهی برای تولید تجهیزات و تأمین نیروی انسانی متخصص در زمینه این فناوری نگریسته شود، بازارهای کشورهای منطقه نیز می‌توانند مورد توجه قرار گیرند. شایان ذکر است که سیاست کلان کشور در چشم‌انداز برنامه‌های آتی بر افزایش نقش بخش‌های غیردولتی استوار شده است که از جمله فواید و مزایای آن کاستن از حجم و فعالیت‌های تصدی‌گری دولت است. با فعال شدن بخش خصوصی در عرصه احداث نیروگاه‌های بادی که جذابیت‌های فراوانی برای بخش خصوصی دارد، توان مالی، فنی و مدیریتی کشور افزایش می‌یابد و با شروع پروژه‌ها و فعالیت‌های جدید عملاً بخش خصوصی به کمک بخش دولتی آمده و کل کشور از این مشارکت سود خواهد برد» (بهزاد، بی‌تا).

طبق بررسی‌های انجام شده، شرکت‌های صبا نیرو و مپنا در ایران مشغول به فعالیت در زمینه تولید توربین بادی هستند. شرکت مپنا با حمایت وزارت نیرو شکل گرفته و رشد کرده و در نظر دارد جمعاً ۷۴ درصد ساخت توربین را داخلی‌سازی کند. قیمت تمام شده توربین مپنا ۹۰ درصد قیمت توربین خارجی خواهد شد. مراحل ساخت داخل و انتقال تکنولوژی به این ترتیب پیش می‌رود که ابتدا تعداد محدودی توربین وارداتی خریداری می‌شود. سپس تعدادی به صورت محصول مشترک تولید می‌شود. پس از آن مرحله تولید

محصول تحت لیسانس (با محدودیت Vendor List) شرکت اصلی است و در نهایت تولید داخل می‌تواند خارج از Vendor List انجام شود. قیمت تمام شده تولید توربین بادی در اروپا حدود ۱۰۰۰ یورو و در آسیا ۱۰۰۰ دلار است. از قیمت نهایی، حدود ۷۰ درصد مربوط به مواد و ۳۰ درصد سهم ساخت و دستمزد است. از این ۷۰ درصد، مینا بالغ بر ۷۴ درصد را ساخت داخل کرده است.

شرکت صبانیرو توربین‌های ۶۶۰ و ۷۱۰ کیلوواتی تولید می‌کند. این شرکت توانسته است میزان ساخت داخل خود را به ۹۱ درصد برساند و سهم عمده‌ای از صنعت توربین ایران را به خود اختصاص دهد. این شرکت همچنین موفق به صدور ۴ دستگاه توربین بادی ۶۶۰ کیلووات به کشور ارمنستان شده است. این شرکت تحت لیسانس شرکت Vestas Wind System محصولات خود را تولید می‌کند. شایان ذکر است که توربین‌های بادی ۷۱۰ کیلوواتی به ژنراتور DFIG شرکت INGETEAM اسپانیا مجهز شده که قادر است ۵۰ کیلووات توان تلف شده در مقاومت موجود در ژنراتور توربین‌های ۶۶۰ کیلووات را از طریق کانورتور به شبکه بدهد. از مزایای استفاده از توربین‌های بادی ۷۱۰ کیلووات، تلفات کمتر، بازدهی بالاتر و امکان جبران لغزش‌های ژنراتور تا ۲۰ درصد است. «با وجود اینکه فروش اصلی شرکت صبانیرو توربین‌های بادی کیلوواتی است بازار توربین بادی مگاواتی در حال شکل‌گیری است و چرخه عمر این محصول در ایران در اواخر تولد و پیش از رشد است و روند موجود نشان‌دهنده آن است که بازار توربین بادی در ایران شکل گرفته و این بازار در سال‌های آینده رشد قابل توجهی را تجربه خواهد کرد. در واقع اندازه بازار داخلی عامل توضیح‌دهنده مهمی برای موفقیت سازندگان توربین است» (Bagheri Moghaddam and et al., 2012). طبق اعلام معاون وزیر نیرو در امور برق و انرژی «دستیابی به توان تولید توربین‌های بادی ۲/۵ مگاواتی به زودی در کشور اعلام خواهد شد» (فلاحیان، بی‌تا).

به‌عنوان یک نمونه از شکل‌دهی بازار انرژی بادی به کشور پرتغال اشاره می‌شود که رشد چشمگیری در زمینه این فناوری داشته است. براساس مطالعه انجام شده «تعرفه وضع شده در سال ۲۰۰۱ به شکل‌دهی بازار برای انرژی بادی در پرتغال کمک زیادی کرد. در واقع جذابیت پاداش جدید توسط علاقه قوی به سرمایه‌گذاری در این فناوری پیگیری شد.

پس از انتشار قانون، مدیرکل انرژی درخواست ۷۰۰۰ مگاوات ظرفیت جدید در انرژی بادی را در آغاز سال ۲۰۰۲ دریافت کرد. به علاوه اندازه توربین‌های نصب شده در پرتغال به سرعت از مقیاس ۱/۸ مگاوات در سال ۲۰۰۲ به ۳ مگاوات در سال ۲۰۰۳ تغییر کرد. ترکیب این دو موضوع موجب پرش ظرفیت ایجاد شده از ۱۲۵ مگاوات به ۱۰۲۳ مگاوات در انتهای سال ۲۰۰۵ شد. پس از سال ۲۰۰۴ انتشار انرژی بادی با استقرار میانگین سالانه ۵۰۰ مگاوات تا پایان این دهه شتاب گرفت. متعاقب آن، سهم انرژی بادی در برق مصرفی کشور پرتغال از ۲ درصد در سال ۲۰۰۲ به ۱۹ درصد در سال ۲۰۱۲ رسید» (Bento, 2014).

براساس موارد مطرح شده درباره این کار کرد می‌توان گفت بازار توربین‌های بادی در کشور شکل گرفته و بسترهایی نیز برای توسعه آن فراهم آمده است اما کاهش شدید قیمت نفت، مشکلات مالی دولت و وضعیتی که کشور در آن قرار گرفته موجب ناطمینانی سرمایه‌گذاران از ادامه روند کنونی شده است.

۴-۲. بسیج منابع

«نوآوری همواره شامل بازه گسترده‌ای از دارایی‌ها و توانایی‌هایی است که الزاماً به‌طور مستقیم به خود نوآوری مربوط نیستند، از جمله تأمین مالی سرمایه‌گذاری‌ها، خلق سیستم‌های تولید کارا و استخدام کارکنان و افرادی که به نحو مناسبی آموزش دیده‌اند» (اسمیتز، کوهلمان و شپیرا، ۱۳۹۳: ۱۸۶). با توجه به وجود دانشگاه‌های معتبر فنی و مهندسی در ایران و هوش و استعداد بالا و خلاقیت ایرانی و براساس فعالیت‌های صورت گرفته در دو شرکت صبانیرو و مینا و ورود تعدادی از شرکت‌های خصوصی دیگر به این عرصه می‌توان گفت نیاز است تا سرمایه‌گذاری لازم صورت پذیرفته و با برگزاری دوره‌های آموزشی برای نیروی کار موجود از طریق کارگاه‌های آموزشی با حضور و تدریس خبرگان و نخبگان داخلی و خارجی و حتی اعزام نیرو به کشورهای صاحب نام در عرصه این تکنولوژی مانند آلمان، دانمارک و چین برای تکمیل مهارت آنها اقدام کرد. در زمینه منابع مالی مورد نیاز، بررسی‌های انجام شده نشان‌دهنده آن است که با تصویب قانون دریافت عوارض از برق در سال ۱۳۹۲، به‌منظور توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر وزارت نیرو

افزون بر دریافت بهای برق به ازای هر کیلووات ساعت برق فروخته شده مبلغ ۳۰ ریال در قبوض مربوطه درج و از مشترکین برق (به استثنای مشترکین خانگی روستایی) دریافت می‌کند که در حدود نیمی از منابع مذکور حاصله در حمایت از تولید برق تجدیدپذیر و پاک هزینه می‌شود. صندوق توسعه ملی که با هدف استفاده از بخشی از درآمدهای نفتی کشور در حمایت از سرمایه‌گذاری که منجر به حفظ منافع نسل‌های آینده می‌شود و همچنین صندوق نوآوری و شکوفایی می‌توانند نقش مهمی در حمایت و تأمین منابع مالی مورد نیاز این صنعت را برعهده گیرند.

به‌عنوان یک نمونه از بسیج منابع در سایر کشورها می‌توان به کشور پرتغال اشاره کرد. براساس مطالعه صورت گرفته این کشور «هم‌زمان با گسترش انرژی بادی و به‌منظور تأمین مالی، سرمایه رو به افزایشی را برای توسعه مزارع بادی جدید در تأمین و دسترس قرار داد. برای درگیر کردن بخش خصوصی و برای انگیزش آنها مشوق‌های دولتی در قالب پاداش، بخشی از هزینه‌ها را برای استقرار تأسیسات جدید پوشش می‌دهد. مدیریت این طرح‌ها را وزارت صنعت و انرژی برعهده دارد و بخشی از منابع صندوق‌ها را نیز اتحادیه اروپا تأمین و پشتیبانی می‌کند» (همان).

در مورد این کارکرد می‌توان گفت هر چند تلاش‌های مناسبی در ایران برای تأمین مالی مورد نیاز این صنعت صورت پذیرفته اما تا توسعه و فراگیر شدن آن حمایت‌های مالی و در نتیجه بسیج منابع بیشتری مورد نیاز است. شایان ذکر است که از یک سو این حمایت‌ها باید پایدار و اطمینان‌بخش باشد و از سوی دیگر باید پس از طی مرحله رشد و ورود به مرحله بلوغ روندی کاهنده داشته باشد.

۲-۵. تجربیات کارآفرینانه و مدیریت ریسک و عدم اطمینان

«همانطور که ملاحظه می‌شود ایران در صنعت توربین بادی به‌عنوان یک پیرو مطرح است و بازار بومی شکل گرفته‌ای دارد. تقلید خلاق و تمرکز فعالانه روی این صنعت استراتژی هدایتی مناسبی برای صنعت توربین ایران می‌باشد که هدف دستیابی به توانایی ساخت توربین‌های بادی مشابه نمونه‌های خارجی آن است. البته این موضوع نباید با هدف

کپی سازی و مهندسی معکوس دنبال شود بلکه باید با هدف نوآوری در محصول و افزایش عملکرد اجرایی آن به هزینه ای کمتر از نمونه اولیه اش باشد. تقلید لزوماً به معنی تقلب یا نسخه برداری از محصولات خارجی نیست می تواند قانونی بوده و لزوماً مبتنی بر تخلف یا کسب غیرقانونی دانش فنی انحصاری دیگران نباشد. تقلید خلاقانه نیازمند آن است که از سرمایه گذاری بیش از اندازه در گسترش تحقیق و توسعه به منظور طراحی های جدید توربین بادی موجود خودداری کرده و سرمایه گذاری ها باید به تحقیق و توسعه در مورد نمونه های کپی شده و تقلیدی اختصاص یابد. با به کارگیری دانش نخبگان بومی، کشور بایستی از فناوری های کشورهای پیشرو در زمینه صنعت توربین بادی کپی برداری خلاقانه کند. بنابراین توسعه جامع صنعت توربین بادی در ایران استراتژی مناسبی است. برای سال های آینده این استراتژی نیازمند آن است که برحسب شرایط صنعت در آن زمان در ایران و جهان بهنگام شود» (Bagheri Moghaddam and et al., 2012). با بررسی صورت گرفته مشخص شد شرکت صبانیرو با هدف اکتساب فناوری ضمن سرمایه گذاری در امر تحقیق و توسعه، با استفاده از نیروهای متخصص و خیره، انجام آزمایش های مختلف و همکاری با مراکز پژوهشی و دانشگاهی توانسته است میزان ساخت داخل خود را به ۹۱ درصد برساند و شرکت مپنا نیز کسب توانایی ساخت داخل را به میزان ۷۴ درصد هدف گرفته است. هر چند کسب چنین موفقیت هایی زمینه را برای ورود سایر کارآفرینان و توسعه این صنعت فراهم می آورد اما این نکته را نباید از نظر دور داشت که سرمایه گذاران در صورتی به این صنعت روی می آورند که از بازار محصولات تولیدی خود اطمینان حاصل کنند و از خرید تضمین شده برق تولیدی خود در بازه زمانی بلندمدتی مطمئن باشند.

«می توان درس هایی از کشورهایایی گرفت که به اکتساب فناوری های انرژی تجدیدپذیر (به عنوان مثال انرژی باد) با دو هدف کاهش توزیع و پیشرفت اقتصادشان پرداختند. برای فاصله موجود بین کشورها می توان دو فرضیه را مطرح کرد:

نخست - تقویت ظرفیت نوآوری محلی (به عنوان مثال توسعه دانش و ایجاد شبکه) در کشورهای دنباله رو می تواند موجب ایجاد شتاب سیستم نوآوری بومی و در نتیجه انتشار فضایی فناوری شود.

دوم - اینکه احتمالاً فرایند ساخت سیستم نوآوری بین کشورهای پیشرو و دنباله‌رو به سبب گوناگونی شرایط متفاوت بوده و بنابراین طبیعت عوامل، بازیگران و همچنین الزامات ارتباطی آنها تفاوت دارد.

استراتژی‌ها و فعالیت‌های تعدادی از بازیگران کلیدی، نقش مهمی در کارکردهای سیستم نوآوری بازی می‌کند. این بازیگران که در ادبیات نوآوری از آنها به‌عنوان محرک‌های نخستین یا بازیگران کلیدی یاد می‌شود می‌توانند شامل مجموعه کاملاً متمایزی از منابع (به‌عنوان مثال: فناوری و دانش بازار، مالی، اعتباری و سیاسی) باشند که سهم آنها در فرایند ساختار سیستم تعیین‌کننده است. آنها بر توسعه منابع جمعی که در راستای تحقق کارکردها مورد نیاز است هم با ایفای نقش انفرادی هم از طریق تشکیل شبکه‌های رسمی تأثیر می‌گذارند» (Bento, 2014).

به‌عنوان نمونه‌ای از تجربیات کارآفرینانه می‌توان به کشور پرتغال اشاره کرد. «در پرتغال از دهه ۱۹۸۰ تا قبل از ۱۹۹۰ ساخت نخستین نمونه‌های توربین بادی با تلاش‌های آزمایشگاهی رخ داد. سال‌های بعد تعدادی توربین کوچک (حدود ۱۰۰ کیلوواتی) آزمایش شد و در بخش‌های مختلف کشور به کار گرفته شد. نخستین ظرفیت مهم نصب شده با ۱۲ توربین ۱۵۰ کیلوواتی و در مجموع با ظرفیت ۱/۸ مگاوات بود. این فاز اکتشافی تا سال ۱۹۹۶ دوام داشت تا وقتی که نخستین توربین ۵۰۰ کیلوواتی و توربین‌های با ظرفیت بالاتر در کشور به کار گرفته شد. برای بازیگران اصلی این موضوع قطعی بود که تجاری از فناوری‌های بادی به‌دست آورند و عدم اطمینان را برای پروژه‌های آینده کاهش دهند. منافع یادگیری توسط به‌کارگیری اپراتورهای مزارع بادی، با منافع به دست آمده در کشورهای پیشرو مشابه بود» (Ibid.).

در مورد این کارکرد می‌توان گفت هر چند تجارب مناسبی در کشور شکل گرفته که در حال گسترش است اما فضای عدم اطمینان و بالا بودن ریسک ورود به عرصه چنین فعالیت‌هایی به چشم می‌خورد. شاهد این مدعا نیز روند کند و تدریجی توسعه این صنعت در کشور است به‌طوری که کشورهایی که حتی دیرتر از ما در این عرصه وارد شده‌اند از حیث ظرفیت ایجاد شده به نحو چشمگیری از ما پیشی گرفته‌اند.

۲-۶. مشروعیت بخشی

ورود فناوری جدید به هر جامعه‌ای همواره با مقاومت‌هایی مواجه می‌شود و در صورت پذیرش اجتماعی آن توسط کار فرهنگی، بیان استدلال‌های متقن و قابل قبول برای جامعه در مورد ضرورت به کارگیری فناوری و مناسب تشخیص دادن آن از سوی جامعه و نیز تطابق فناوری مورد نظر با نهادهای مرتبط می‌تواند زمینه‌ساز بسیج منابع برای به کارگیری فناوری، ایجاد تقاضا، تأثیرگذاری بر جهت‌گیری جست‌وجوها و در نهایت کسب قدرت سیاسی لازم برای فراگیر شدن آن را فراهم آورد. امروزه مباحث مربوط به انرژی و تأثیرات اقتصادی و زیست‌محیطی آن افزایش یافته و در حال حاضر که تقریباً ۸۶ درصد از انرژی مورد نیاز جهان با زغال سنگ، گاز طبیعی و نفت خام تأمین می‌شود مشکلات محیط زیستی شامل گرمایش زمین و آلودگی منطقه‌ای، بروز خشکسالی‌های گسترده، باران‌های اسیدی و جهش اکولوژیک، تخریب جنگل‌ها، تغییرات آب و هوایی، تولید زیاد از حد گاز CO₂ و ... را به دنبال داشته و همگان به تبعات گسترده آن آگاه هستند. یکی از اثرات مهم به کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر کاهش آثار منفی به کارگیری سوخت‌های فسیلی است که می‌تواند در قالب همکاری‌های منطقه‌ای و بین‌المللی (به‌ویژه در مورد کشورهایی که براساس پیمان کیوتو مکلف به کاهش گازهای گلخانه‌ای شده‌اند) به تبادل دانش و کمک به شکل‌گیری و سرعت بخشی به استقرار فناوری‌های استفاده‌کننده از منابع تجدیدپذیر به‌ویژه توربین‌های بادی کند.

به‌طور کلی با جایگزینی هر ۱ درصد از انرژی برق بادی با انرژی برق تولیدی از نیروگاه‌های سوخت فسیلی می‌توان حدود ۳ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای کاست. بنابراین استفاده از توربین بادی برای تولید برق علاوه بر تأثیرات مثبتی که بر کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و متعاقب آن کاهش آلودگی هوا و تأثیر مخرب محیط زیستی آن و نیز حفظ منابع تجدیدناپذیر برای نسل‌های آینده را به دنبال دارد که می‌تواند بر مقبولیت و مشروعیت بخشی استفاده و به کارگیری آن مؤثر باشد. از حیث اشتغالزایی و تحول اجتماعی در مناطق محروم نیز تأثیرگذار بوده و می‌تواند به‌عنوان یکی از مباحث اصلی برای مشروعیت بخشی برای به کارگیری این فناوری در کشور مورد استفاده قرار

گیرد. «از آنجا که غالباً نقاط بادخیز ایران در مناطقی واقع اند که از نظر توسعه اجتماعی محروم به شمار می‌روند بنابراین توسعه نیروگاه‌های بادی مستقیماً در شرایط اجتماعی این مناطق تحول ایجاد خواهد کرد. آمارها نشان می‌دهد تنها در سال ۲۰۱۰ میلادی بیش از یک میلیون و ۵۰۰ هزار شغل در حوزه سوخت‌های زیستی به ازای تولید ۱۵ میلیارد لیتر سوخت زیستی بیودیزل و بیواتانول، ۶۳۰ هزار شغل در حوزه باد به ازای ۳۹ گیگاوات ظرفیت نصب شده جدید بادی، ۳۵۰ هزار شغل در حوزه فوتولتائیک به ازای ۱۷ گیگاوات ظرفیت نصب شده در این سال، ۱۵۰۰ شغل در حوزه نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی به ازای حدود ۵۰۰ مگاوات ظرفیت نصب شده جدید در کشورهای پیشرو و در حال توسعه ایجاد شده است» (<http://www.sun.org.ir>).

از نقش پراکندگی مولدهای برق به‌عنوان عامل مؤثر در کاهش هزینه تمام شده برق و نیز یکی از اصول مورد توجه پدافند غیرعامل می‌توان در مشروعیت‌بخشی برای استفاده از این فناوری استفاده کرد. «باتوجه به مشکلات بهره‌برداری و حفظ پایداری شبکه‌های گسترده، به وسیله تولید پراکنده برق از میزان اتکا به شبکه‌های طولانی کاسته شده و این یکی از راهکارهای صورت گرفته در صنعت برق است. این کار نه تنها به لحاظ اقتصادی هزینه‌بر نیست بلکه با تقلیل تلفات شبکه انتقال و توزیع و همچنین کاهش نیاز به ظرفیت ذخیره شده تولید و افزایش پایداری در شبکه، هزینه تمام شده برق به‌صورت قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت.

مولدهای پراکنده از تنوع خاصی برخوردارند اما بهترین نوع تولید پراکنده، نیروگاه‌های بادی، آبی کوچک، زیست توده، زمین گرمایی و خورشیدی است که نه تنها به لحاظ مکان تولید برق بلکه به لحاظ منابع اولیه هم پراکنده‌اند و نیازمند استفاده از شبکه گاز یا شبکه‌های انتقال نفت نیستند. این فعالیت به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تدابیر پدافند غیرعامل محسوب می‌شود. تحقق هدف مذکور به این معناست که کشور از امکاناتی برخوردار خواهد شد که در صورت بروز حوادث و سوانح مختلف می‌تواند ضروری‌ترین نیازهای برق بخش‌های مختلف را صرفاً با اتکا به منابع و امکانات محلی تأمین کند» (بهزاد، بی‌تا).

اقدام دولت پرغال تجربه موفق از کارکرد مشروعیت‌بخشی است که می‌توان به آن

اشاره کرد. «تا پیش از سال ۲۰۰۰ کشورها برای تولید انرژی تجدیدپذیر تقریباً از نیروی آب استفاده می کردند که به سبب مشکل ساخت سدهای بزرگ جدید، پتانسیل رشد محدودی داشت. در همان زمان انرژی باد به فناوری بالغ تبدیل می شد و به عنوان جایگزینی قابل اعتماد پیشنهاد می شد. بلوغ فناوری و نیاز به سرمایه گذاری در منابع تجدیدپذیر نیاز به مشروعیت قاطع انرژی بادی داشت. لذا شرایطی برای تثبیت اهداف رشد ظرفیت در سال های آینده و به تبع آن مقررات گذاری مطلوب ایجاد شد. اتخاذ تصمیم درباره تعیین تعرفه های جدید برای برق بادی و پرداخت ۲/۵ درصد از جریان وجوه نقد به شهرداری هایی که مزارع بادی در آنجا استقرار می یابد، در کاهش مقاومت های محلی برای استقرار توربین ها و مشروعیت بخشی مؤثر واقع شد» (Bento, 2014).

بررسی این کارکرد نشان دهنده آن است که هر چند تلاش هایی برای مشروعیت بخشی در زمینه استفاده از انرژی بادی صورت گرفته اما چندان مناسب نبوده است. به دلیل وجود منابع فراوان نفت و گاز در کشور و ارزان بودن قیمت آن نوعی قفل شدگی نسبت به استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در کشور ایجاد شده است به گونه ای که به نظر می رسد دولتمردان و مسئولان کشور، استفاده از آن را به عنوان یک ضرورت نپذیرفته اند. همچنین از سال های آغازین فعالیت این صنعت تا سال های اخیر مخالفت هایی در سازمان برنامه و بودجه وقت و حتی وزارت نیرو برای تخصیص منابع در این باره صورت می پذیرفت. بررسی ها نشان می دهد نهادهای متولی نیز توجه لازم برای هماهنگی با سایر سازمان ها و نهادهای ذی ربط و ایجاد عزمی ملی برای به کارگیری این نوع انرژی ها انجام نداده اند. سیستم بانکی کشور نیز به علت بالا دانستن ریسک سرمایه گذاری و عدم اطمینان از بازگشت سرمایه حاضر به تخصیص اعتبار به این صنعت نبوده و وثایق زیادی از سرمایه گذاران طلب می کند. بی توجهی به فرهنگ سازی و آگاهی رسانی مناسب و تبلیغ ضرورت توجه به انرژی های تجدیدپذیر و تشویق سرمایه گذاران برای سرمایه گذاری در صنعت توربین بادی و ایجاد مزارع بادی توسط دستگاه ها و سازمان های ذی ربط و نیز برنامه های تبلیغی صدا و سیما، نبود ثبات در تصمیم گیری ها و مردد بودن سرمایه گذاران برای ورود به این صنعت، مقاومت هایی که در برابر اختصاص زمین برای تأسیس مزارع

بادی صورت می‌پذیرد، تخصیص نیافتن کامل منابع اخذ شده براساس عوارض دریافتی در قبوض برق به این حوزه (که به‌منظور توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر از مشترکین دریافت می‌شود) نیز از دیگر شواهدی است که نشان می‌دهد انرژی بادی در کشور از مقبولیت عمومی برخوردار نشده و نتوانسته نیروی سیاسی مناسبی به‌دست آورد تا بر قاعده سیاستگذاری به سمت نگهداری چارچوب‌های تنظیمی که توسعه ممتد سیستم را پایدار سازد، تأثیرگذار باشد.

۲-۷. توسعه اثرات جانبی

پس از پذیرش فناوری توسط جامعه با مشروعیت‌بخشی به آن و ورود به بازار و «گذر از سطح اولین ویژه بازارها، فضای بیشتری برای تکامل سیستم به‌وجود می‌آید و کارکردها قوت یافته و تغییر ساختاری در قالب ورود نگاه‌ها برای این فرایند خیلی مهم است» (اسمیتز، کوهلمان و شیپرا، ۱۳۹۳: ۱۸۷). به‌عنوان یک نمونه از توسعه اثرات جانبی در زمینه صنعت توربین بادی می‌توان به کشور پرتغال اشاره کرد. «در پرتغال پویایی اثرات جانبی مثبت با ایجاد شبکه تولیدکنندگان انرژی تجدیدپذیر APREN در ۱۹۸۸ و تقسیم منافع Enernova (EDP) انرژی تجدیدپذیر جدید در سال ۱۹۹۳ تقویت شد. در اواخر دهه ۱۹۹۰ فعالیت این دو سازمان برای پیاده‌سازی قطعی طرح‌های حمایتی بود که خیزش انرژی بادی را جلو انداخت. در سال ۲۰۰۳ توربین ۳ مگاواتی مستقر شد. پرتغال از منافع سرمایه‌گذاری مشترک بین تولیدکنندگان بومی توربین با تولیدکنندگان توربین دانمارکی برای آخرین فناوری تحت لیسانس برای بازار داخلی بهره‌مند شد» (Bento, 2014). «پاداش جذاب و متعاقب آن رشد بازار، زمینه را برای توسعه دیگر کارکردهای سیستم نوآوری فراهم کرد و بر هدایت تحقیقات و ورود بازیگران تأمین‌کننده جانبی جدید با فعالیت‌های مرتبط (به‌عنوان مثال ساخت، متالومکانیک و مهندسی) مؤثر بود به‌طوری‌که به ایجاد رقابت جدی در کشور منجر شد و مشوق‌هایی برای گسترش مجدد یا توسعه فعالیت‌هایشان برای این بخش‌های جدید در نظر گرفته شد. به همین صورت توسعه بازار به تشکیل شبکه‌ها و اثرات جانبی کمک کرد. رویکرد عمومی در سال ۲۰۰۵ با ایجاد خوشه‌های فناوری بادی در ناحیه شمالی سازماندهی

شد و با برپا کردن کارخانه‌های تولید تیغه‌ها، برج‌ها و توربین‌ها جامه عمل پوشید. این موضوع موجب ایجاد شغل‌های جدید و تجدید حیات در نواحی ای شد که صنایع سنتی در آن کاهش یافته بود» (Ibid.). در مقایسه با مثال ارائه شده قابل تشخیص است که صنعت تولید توربین بادی در کشور ما آنچنان گسترده نشده و همان‌گونه که بررسی‌ها نشان داد در حال حاضر فقط چند فروشنده و یک خریدار آن هم از بخش دولتی در این عرصه فعال است. بنابراین می‌توان گفت اثرات جانبی فعالیت این صنعت نظیر ظهور بازار نیروی کار، ظهور تأمین‌کنندگان تخصصی کالا و خدمات واسطه‌ای، جریان اطلاعات و سرریز دانش چندان به وقوع نپیوسته است.

۳. نقاط قوت و ضعف در نگرش سیستمی به هفت بعد کارکردی

با توجه به بررسی صورت گرفته در مورد سطح ساختاری می‌توان گفت که در حوزه این صنعت، سه سطح مورد نظر یعنی بازیگران، شبکه‌ها و به‌ویژه نهادها تا حدود زیادی شکل گرفته اما سیستم از پویایی کافی و مورد نیاز به خصوص در زمینه ورود بازیگران و شکل‌گیری شبکه‌ها برخوردار نیست. در سطح کارکردی برحسب هفت بعد مطرح شده می‌توان نقاط قوت آن را در کشور چنین برشمرد: در زمینه فناوری توربین بادی به شکل‌گیری توانمندی اولیه‌ای در زمینه دانش طراحی و ساخت توربین‌های بادی، گام‌های نسبتاً مناسب برداشته شده برای تأثیرگذاری بر جهت‌گیری جست‌وجوها و شناسایی فرصت‌ها و ورود بخش خصوصی به این صنعت، شکل‌گیری نسبی بازار توربین‌های بادی در کشور، تأمین مالی بخشی از نیاز صنعت، شکل‌گیری تجارب مناسب و کارآفرینانه و وجود نیروی انسانی تحصیل کرده و ماهر، تلاش برای مشروعیت‌بخشی به این صنعت و وجود خریدار هر چند انحصاری برای برق تولیدی. از نقاط ضعف کشور در این زمینه می‌توان نداشتن آهنگ مناسب توانمندی شکل گرفته و عقب‌افتادگی کشور از کشورهای که دیر هنگام‌تر از ما وارد این حوزه شده‌اند، نبود ثبات در تصمیم‌گیری‌ها و اثر منفی آن بر تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران برای ورود به این صنعت به دلیل ناطمینانی از آینده پیش روی این صنعت، ناکافی بودن منابع در نظر گرفته شده برای تأمین مالی این صنعت و عدم

تخصیص کامل منابع در نظر گرفته شده، بالا بودن ریسک ورود به عرصه این فعالیت، نداشتن مشروعیت لازم در بین دولتمردان و مسئولان کشور برای حمایت و پیگیری جدی توسعه این فناوری به دلیل وجود منابع فراوان نفت و گاز در کشور و ارزان بودن قیمت آن و نیز عدم شکل گیری اثرات جانبی این صنعت به ویژه در زمینه ظهور بازار نیروی کار، ظهور تأمین کنندگان تخصصی کالا و خدمات واسطه‌ای، جریان اطلاعات و سرریز دانش نام برد.

۴. به کارگیری تحلیل کارکردگرایانه برای سیاستگذاری

«پس از تحلیل کارکردی سیستم برحسب هفت بعد کارکردی در واقع دلایل و مبانی منطقی برای مداخله به دست می آید و سازوکار تمرکز برای سیاستگذاری فراهم می شود. الگوی کارکردی و پویایی های سیستم نوآوری را می توان به طور تجربی از طریق مجموعه ای از نیروهای پیشران (مکانیسم های مشوق) و مکانیسم های مسدودکننده توضیح داد. ضعف های سیستم در یک سیستم نوآوری فناوری در حال ظهور، همانطور که از لحاظ کارکردی بیان شده اند، سپس می توانند از لحاظ خصوصیات ساختاری با عوامل خارجی نیز ترسیم شوند. یعنی مسائل کلیدی سیاستی هنگامی که این تحلیل ها صورت بگیرند به آسانی قابل شناسایی و تعریف خواهند بود» (اسمیتز، کوهلمان و شپیرا، ۱۳۹۳: ۱۹۵). در ادامه ضمن بررسی ماهیت مکانیسم های مشوق و مسدودکننده فناوری استفاده از انرژی باد، سیاست های کلیدی مورد نیاز استخراج می شود.

۴-۱. مکانیسم های مشوق

اهم مکانیسم های مشوق را می توان به شرح زیر برشمرد:

– تصویب قانون دریافت عوارض از برق در سال ۱۳۹۱ به منظور توسعه انرژی های تجدیدپذیر که در آن وزارت نیرو افزون بر دریافت بهای برق به ازای هر کیلووات ساعت برق فروخته شده مبلغ ۳۰ ریال در قبوض مربوطه درج و از مشترکین برق (به استثنای مشترکین خانگی روستایی) دریافت می کند. البته وجوه حاصله به حساب شرکت توانیر واریز و عین

وجوه دریافتی با امکان انتقال به سنوات بعد صرفاً بابت پرداخت به‌عنوان وجوه اداره شده یا یارانه سود تسهیلات و یا بهای خرید تضمینی هزینه برق از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر از بخش‌های تعاونی و خصوصی هزینه کند. این مکانیسم می‌تواند به کارکرد بسیج منابع و تأمین بخشی از نیازهای مالی و تسهیلات اعطایی به سرمایه‌گذاران این صنعت یاری رساند.

- تصویب و اجرای قانون هدفمندسازی یارانه‌ها از سال ۱۳۸۹ با هدف واقعی‌سازی قیمت سوخت و متعاقب آن سوخت تحویلی به نیروگاه‌ها و درک ارزش واقعی سوخت‌های فسیلی در جامعه، هم توجه مقامات سیاسی (دولتمردان و قانونگذاران) را به سمت حمایت از تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر جلب کرد و هم سرمایه‌گذاری در تولید برق با استفاده از انرژی تجدیدپذیر به‌ویژه انرژی بادی را جذاب‌تر کرد. بنابراین می‌توان گفت که این قانون می‌تواند بر کارکردهای مشروعیت‌بخشی، بسیج منابع و تأثیرگذاری بر جهت‌گیری جست‌وجوها و شناسایی فرصت‌ها مؤثر واقع شود.

- تصویب و ابلاغ قانون حمایت از مؤسسات و شرکت‌های دانش‌بنیان و تجاری‌سازی نوآوری و اختراعات. با توجه به حمایت‌های مندرج در این قانون که می‌تواند شامل شرکت‌های فعال در زمینه ساخت توربین بادی نیز شود می‌توان گفت که بر کارکردهای توسعه و اشاعه دانش و تجربیات کارآفرینانه و مدیریت ریسک و عدم اطمینان از طریق حمایت از تأسیس شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در عرصه ساخت قطعات توربین بادی و ازدیاد شرکت‌های فعال در این حوزه و زمینه‌سازی تبادل اطلاعات بین این شرکت‌ها که عمدتاً به‌دلیل تسهیلات اعطایی در پارک‌های علم و فناوری مستقر می‌شوند، تأثیرگذار است.

- از تیرماه ۱۳۹۴ رقم خرید تضمینی برق تجدیدپذیر از نیروگاه‌های انرژی‌های نو و پاک اصلاح شد و از ۱۸۶۰ ریال به‌طور میانگین به ۴۹۸۶ ریال به‌ازای هر کیلووات ساعت افزایش یافت. مبلغ تعرفه برای نیروگاه‌های بادی که در دوره ده ساله اول دارای ضریب تولید ۴۰ درصد و بیشتر باشند از ابتدای دوره ده ساله دوم تا پایان قرارداد در عدد چهارم و برای نیروگاه‌های با ضریب تولید کمتر از ۲۰ درصد در عدد ۱ و برای نیروگاه‌های با ضریب تولید از ۲۰ درصد تا ۴۰ درصد در عددی متناسب ضرب می‌شود. برای نیروگاه‌های متصل به شبکه توزیع، موضوع ماده (۴) مصوبه شورای اقتصاد، ۱۴۸ ریال بر

کیلووات ساعت به عنوان نرخ خدمات انتقال به مبالغ فوق الذکر افزوده می شود. پس از پایان دوره خرید تضمینی، سرمایه گذار مجاز به فروش برق در داخل کشور در قالب قرارداد دوجانبه، بورس انرژی، بازار برق یا هر قالب مورد تأیید وزارت نیرو خواهد بود. صادرات برق نیروگاه های موضوع این مصوبه منوط به دریافت مجوز جداگانه خواهد بود (<http://www.suna.org.ir>). این مقرر می تواند هم به سبب افزایش درآمدزایی و اقتصادی شدن سرمایه گذاری در این صنعت موجبات تأثیرگذاری بر بسیج منابع و جهت گیری جست و جوها و شناسایی فرصت ها را فراهم آورد که به دنبال آن با افزایش فعالان در این صنعت به کارکرد توسعه و اشاعه دانش و توسعه اثرات جانبی یاری رساننده به سبب بلندمدت و تضمینی بودن قیمت خرید برق تولیدی بر کارکرد تجربیات کارآفرینانه و مدیریت ریسک و عدم اطمینان تأثیرگذار باشد.

- «برای استفاده بهینه از فرصت های انرژی بادی در کشور لزوم تهیه یک برنامه بلندمدت و جامع در این حوزه غیرقابل انکار است، در همین راستا در مجموعه وزارت نیرو مطالعات مبنای تدوین سند راهبرد ملی توسعه بخش انرژی بادی از اواخر سال ۱۳۷۹ آغاز و در سال ۱۳۹۱ با بیش از دو هزار نفر ساعت کار کارشناسی و ارائه ۱۷ جلد گزارش تأیید و برای تصویب نهایی در شرف ارسال به مراجع ذی ربط است. برای تهیه این سند بیش از ۶۰ شرکت مرتبط جمع آوری شد و نتایج مطالعات جامع با بیش از صد متخصص و تجربه بخش انرژی بادی تهیه شد. در سند مذکور سعی شده تا با انجام مطالعات جامع، یکپارچه و هدفمند در راستای تبیین اهداف، اتخاذ راهبردها و سیاست های توسعه سند چشم انداز، راهبردها، سیاست ها، اقدامات و ترتیبات اجرایی توسعه بخش انرژی بادی با توجه به الزامات اقتصادی، اجتماعی و فناوری کشور تدوین شود» (بهزاد، بی تا).^۱ تصویب این سند

.۱

نوع فناوری	تعرفه خرید تضمینی برق (ریال بر کیلووات ساعت)
مزرعه بادی با ظرفیت بیش از ۵۰ مگاوات	۴۰۶۰
مزرعه بادی با ظرفیت ۵۰ مگاوات و کمتر	۴۹۷۰
بادی با ظرفیت ۱ مگاوات و کمتر (مختص مشترکین برق و محدود به ظرفیت انشعاب)	۵۹۳۰

به سبب بلندمدت بودن اهداف مندرج در آن می‌تواند به کارکردهای مشروعیت‌بخشی، توسعه و اشاعه دانش، تأثیرگذاری بر جهت‌گیری جست‌وجوها و شناسایی فرصت‌ها و تجربیات کارآفرینانه، توسعه اثرات جانبی و مدیریت ریسک و عدم اطمینان تأثیرگذار باشد.

- تصویب و ابلاغ سند راهبرد ملی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور در سال ۱۳۹۳ توسط ستاد توسعه فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر. تصویب این سند به سبب بلندمدت بودن اهداف مندرج در آن می‌تواند به کارکردهای مشروعیت‌بخشی، توسعه و اشاعه دانش، تأثیرگذاری بر جهت‌گیری جست‌وجوها و شناسایی فرصت‌ها و تجربیات کارآفرینانه، توسعه اثرات جانبی و مدیریت ریسک و عدم اطمینان تأثیرگذار باشد.

- حمایت از تکمیل مطالعات به‌منظور تدوین سند راهبردی و نقشه راه سامانه‌های ذخیره و تلفیق انرژی‌های تجدیدپذیر، حمایت از تأسیس مراکز تحقیقات کاربردی و نیز ایجاد قطب‌های تخصصی با تکیه بر ظرفیت‌های موجود کشور در حوزه‌های پیل سوختی، فتوولتائیک، توربین بادی و نیروگاه حرارتی خورشیدی به‌منظور کسب دانش و فناوری از جمله عناوین مورد حمایت ستاد توسعه فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر بوده است. این حمایت و تدوین سند راهبردی و نقشه راه می‌تواند به کارکردهای مشروعیت‌بخشی، توسعه و اشاعه دانش، تأثیرگذاری بر جهت‌گیری جست‌وجوها و شناسایی فرصت‌ها و تجربیات کارآفرینانه و مدیریت ریسک و عدم اطمینان تأثیرگذار باشد.

- باور و اعتقاد وزیر جدید نیرو به لزوم توجه و حمایت از سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و تحولات مثبت به‌وجود آمده در این حوزه پس از روی کار آمدن دولت یازدهم. این حمایت می‌تواند بر کارکرد مشروعیت‌بخشی به این صنعت و به تبع آن کارکردهایی نظیر بسیج منابع و تأثیرگذاری بر جهت‌گیری جست‌وجوها و شناسایی فرصت‌ها اثرگذار باشد.

۲-۴. مکانیسم‌های مسدودکننده

اهم مکانیسم‌های مسدودکننده را می‌توان به شرح زیر برشمرد:

- «نظام موجود انرژی در مجموعه‌ای پیچیده و به هم پیوسته‌ای از کنشگران، فناوری‌ها و نهادهای مختلف توسعه پیدا کرده که «اونرا» این شرایط را قفل‌شدگی کربن نام‌گذاری کرده و آن را مهم‌ترین عامل وابستگی به نفت عنوان کرده است» (معلمی و همکاران، ۱۳۹۱). یکی دیگر از صاحب‌نظران این حوزه معتقد است «یکی از نقاط ضعف وزارت نیرو، عدم توجه به انرژی‌های تجدیدپذیر بوده است. در کشور توهمی داریم به نام توهم منابع! و با توجه به وجود منابع فسیلی، نیازی به انرژی‌های تجدیدپذیر احساس نمی‌شود در حالی که وظیفه ما صیانت از منابع کشور است. ساختار مدیریت انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران ایجاد نشده و لازم است که ایجاد شود. نباید توقع داشت که یک ساختار ضعیف شرکتی که زیرمجموعه چند شرکت در وزارت نیرو کار می‌کند بتواند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را در کشور بر عهده بگیرد» (باقری‌مقدم، ۱۳۹۱). مهم‌ترین تأثیر این موضوع بر کارکرد مشروعیت‌بخشی است زیرا تا زمانی که این توهم و نگاه ماندگاری منابع سوخت فسیلی و بی‌توجهی به منابع نسل‌های آینده حاکم باشد تلاشی برای استفاده مناسب از سایر منابع تولید انرژی نظیر انرژی بادی و به تبع آن بسیج منابع صورت نمی‌پذیرد و این در حالی است که کشور ما دارای پتانسیل بالایی در این زمینه است.

- «سازمان برنامه و بودجه (سابق) یکی از اصلی‌ترین مخالف‌ها برای توسعه این نوع انرژی‌ها بود. در وزارت نیرو نیز مخالفت‌های جدی وجود داشت. حدود ۱۹ سال پیش سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) تأسیس شد و دفتری هم با همین عنوان در وزارتخانه تشکیل شد اما تا قبل از این می‌خواستند که هم سازمان انرژی‌های نو و هم سازمان بهره‌وری انرژی را در سازمان برق ایران ادغام کنند، در نتیجه سازمان‌های انرژی نو و هم سازمان بهره‌وری انرژی خیلی ضعیف شدند» (چیت‌چیان، ۱۳۹۱). مهم‌ترین تأثیر این موضوع بر کارکرد مشروعیت‌بخشی و به تبع آن بسیج منابع است زیرا سازمان برنامه و بودجه وقت می‌بایست ضمن پذیرش دلایل وزارت نیرو ردیف بودجه مناسبی برای ایجاد و توسعه این صنعت اختصاص می‌داد.

- «عوارض ۳۰ ریالی که بنا به قانون از مشترکین شهری دریافت می‌شود در قالب بودجه‌های سنواتی دیده شده است. این بودجه به جای اینکه مستقیماً به حساب سازمان

انرژی‌های نو و اریز شود که تنها وظیفه آن پرداختن به انرژی‌های نو است. به توانیر (که مشکلات خاص خود را برای تأمین منابع مالی برای پول برق فسیلی دارد) داده می‌شود. این موضوع بر کار کرد بسیج منابع تأثیر منفی خواهد گذاشت و بخشی از منبع حاصله به دلیل کمبود منابع و بدهی زیاد دولت به پیمانکاران برق می‌تواند در سایر اولویت‌های سازمان توانیر هزینه شود.

- با وجود نبود خلأ قانونی و اعطای اختیارات لازم به وزارت نیرو و شرکت توانیر، پیچیدگی و زمانبری صدور مجوزها، قراردادها و خرید برق تجدیدپذیر از چالش‌های موجود در این صنعت بوده است. این بوروکراسی که موجب کاهش انگیزه سرمایه‌گذاران می‌شود می‌تواند بر کار کرد تأثیرگذاری بر جهت‌گیری جست‌وجوها و شناسایی فرصت‌ها و تجربیات کارآفرینانه و مدیریت ریسک و عدم اطمینان تأثیرگذار باشد زیرا علاوه بر انگیزه اقتصادی سرمایه‌گذاران بسیاری از آنان انگیزه‌های مقدس و ملی هم دارند و با شور و هیجان وارد این عرصه می‌شوند، اما پس از چند ماه تبدیل به فردی سرخورده و نگران شده و بعضاً برای همیشه از این عرصه خداحافظی کرده و خود تبدیل به عاملی برای تبلیغ منفی برای کسانی می‌شوند که می‌خواهند وارد این صنعت شوند.

- در حال حاضر هر چند خلأ قانونی وجود ندارد اما نبود یک قانون و مقررات دائمی و باثبات که خود می‌تواند نشانه‌ای از مشروعیت این حوزه باشد از جمله چالش‌های دیگر است. با توجه به اینکه سال ۱۳۹۵ سال پایانی برنامه پنجم است اگر قانون برنامه ششم در این سال بموقع تصویب نشود به دلیل خاتمه یافتن اعتبار برنامه پنجم، در سال ۱۳۹۶ به خلأ قانونی دچار شده و اجرای ماده (۱۳۱) قانون برنامه پنجم که با تلاطم‌هایی مواجه می‌شد کاملاً متوقف می‌شود. از سوی دیگر نبود یک قانون دائمی این عدم اطمینان را در سرمایه‌گذاران ایجاد می‌کند که ممکن است در فرایند بررسی و تصویب برنامه ششم این ماده مجدداً به تصویب نرسد یا با تغییراتی مواجه شود. در صورتی که برای این مشکل چاره‌ای اندیشیده نشود می‌تواند بر کارکردهای بسیج منابع، تأثیرگذاری بر جهت‌گیری جست‌وجوها و شناسایی فرصت‌ها و تجربیات کارآفرینانه و مدیریت ریسک و عدم اطمینان تأثیرگذار باشد.

- صندوق توسعه ملی منابع کافی را برای توسعه تجدیدپذیرها در اختیار نمی‌گذارد. در واقع هیچ پروژه حمایت شده‌ای نداریم که از طریق این صندوق تأمین مالی شده باشد»

(صادق‌زاده، ۱۳۹۴). این موضوع بر کارکرد بسیج منابع تأثیر منفی خواهد گذاشت.

- سرمایه اولیه مورد نیاز ایجاد نیروگاه‌های برق بادی دو برابر نیروگاه سیکل ترکیبی است و اگر چالش‌های پیش روی توسعه انرژی بادی به‌ویژه مسیر تأمین منابع مالی برطرف نشود نمی‌توان به توسعه این صنعت امیدوار بود. در واقع با وجود اعلام تشکیل پرونده به میزان ۱۲۳۵۸ مگاوات از سوی سانا در صورتی سرمایه‌گذاری در این صنعت توجیه‌پذیر و سودآور می‌شود که از سوی بانک‌ها تأمین اعتبار صورت پذیرد. این موضوع ریشه در نقص کارکرد مشروعیت‌بخشی و به تبع آن بسیج منابع داشته و می‌توان گفت که باور لازم برای حمایت و تأمین مالی از این صنعت به وجود نیامده است.

- در قسمت بازار، چالش اصلی این است که خریداری برای خرید توربین‌های تولیدی وجود ندارد و این یک سد برای توسعه تولیدکنندگان توربین است. در واقع سازندگان داخلی به دلیل اینکه سفارش ندارند، بیکار مانده‌اند. بروز این مشکل نیز می‌تواند به دلیل نقص کارکرد مشروعیت‌بخشی، بسیج منابع برای فراهم‌سازی منابع لازم برای خرید تولیدات این صنعت و به تبع آن توسعه اثرات جانبی می‌باشد.

- تا پیش از دولت یازدهم برای تعیین قیمت تضمینی برق تولید شده از انرژی تجدیدپذیر، رویکردی به نام رویکرد هزینه‌های اجتناب شده مورد توجه قرار گرفته بود که این رویکرد در زمانی که نرخ سوخت بالا بود، رقم بالا و قابل توجهی می‌شد و به‌عنوان یک مکانیسم تشویق‌کننده عمل می‌کرد، اما اگر قیمت سوخت کاهش می‌یافت به تبع آن قیمت برق تجدیدپذیر کاهش می‌یافت و این نوسان و تأثیرپذیری قیمت نفت از تحولات سیاسی سرمایه‌گذاری در این صنعت را در سال‌های گذشته نامطمئن و قیمت برق تضمینی را با فراز و فرود مواجه می‌کرد. این رویکرد بر کارکرد بسیج منابع و در نتیجه تأمین منابع مالی لازم برای توسعه صنعت تأثیر منفی می‌گذاشت.

- تحریم اقتصادی کشور و به تبع آن تحریم تأمین منابع مالی و فاینانس نیروگاه‌های بادی، توسعه این نیروگاه‌ها را با مشکل مواجه کرد. این موضوع از یک سو کارکرد بسیج منابع را تحت الشعاع خود قرار داده و یکی از منابع مهم تأمین مالی در این صنعت را که می‌توانست به دلیل وضعیت اقتصادی کشور بر منابع مالی خارجی تکیه کند را از دور خارج

کند و از سوی دیگر همکاری با شرکت‌های صاحب نام و فعال در این حوزه و استفاده از تجربیات آنان را با مشکل مواجه کرده و بر کارکردهای توسعه و اشاعه دانش و تجربیات کارآفرینانه و مدیریت ریسک و عدم اطمینان تأثیر منفی داشته باشد.

۵. جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به عنوان جمع‌بندی می‌توان گفت: «توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر نیازمند نیرویی است که بتواند ساختار انرژی موجود را در هم شکند و نظام جدیدی از انرژی‌های تجدیدپذیر ایجاد کند. در ادبیات، این فرایند «گذار» نامگذاری می‌شود. گذار فرایندی است که در آن جامعه دچار تغییر شده، ساختارهای موجود از بین رفته، نوآوری‌های فناورانه، سیاسی و اقتصادی به وقوع پیوسته و توسط این نوآوری‌ها نیروی محرک لازم برای تغییر فراهم می‌شود.

فرایند گذار در فناوری‌های نوظهور را باید به صورت یک سیستم پیچیده و تکاملی در نظر گرفت. ویژگی‌هایی مانند غیرخطی بودن روابط میان اجزا، وجود حلقه‌های بازخوردی، دور بودن از حالت تعادل، وجود زیرسیستم‌های متعدد و داشتن مرزهای متغیر، نشان‌دهنده پیچیده بودن سیستم تحت مطالعه است. همچنین ویژگی‌های دیگری مانند تسلط روابط پویایی درون سیستم، قرار گرفتن نوآوری به عنوان فرایند محوری، غیریکساختی میان اجزا به منظور ایجاد تنوع، خردپذیری محدود کنشگران و در نهایت وابستگی به مسیر از ویژگی‌های دیگر این سیستم هستند که تکاملی بودن آن را به اثبات می‌رساند» (معلمی و همکاران، ۱۳۹۱).

هر چند به کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر برای تولید برق در حال افزایش است و با کاهش هزینه‌های تولید این انرژی‌ها در آینده نرخ فروش به سرعت افزایش خواهد یافته و به تبع آن بازار وسیعی برای فناوری‌های مربوط به این انرژی‌ها فراهم آید باید توجه داشت که در بین کارکردهای سیستم نوآوری فناورانه، مشروعیت‌بخشی نقشی کلیدی و حیاتی نسبت به سایر کارکردها دارد. در صورت پذیرش اجتماعی این فناوری توسط کار فرهنگی، بیان استدلال‌های متقن و قابل قبول برای جامعه در مورد ضرورت به کارگیری آن و مناسب تشخیص دادن آن از سوی جامعه و نیز تطابق فناوری توربین بادی با نهادهای مرتبط می‌تواند زمینه‌ساز بسیج منابع برای به کارگیری فناوری شده و با ایجاد تقاضا، تأثیرگذاری بر

جهت گیری جست وجوها و در نهایت کسب قدرت سیاسی، زمینه لازم برای فراگیر شدن آن را فراهم آورد. بنابراین هر چند سیاست های پیشنهادی می تواند بخشی از مشکلات موجود در این صنعت را برطرف و زمینه پیاده سازی سیستم نوآوری فناورانه را تسهیل کند اما تا کارکردهای این سیستم به طور کامل اجرایی نشود نمی توان گفت که صرف پیشنهادهاى ارائه شده مشکلات موجود رفع خواهد شد. بررسی ظرفیت محصولات این فناوری در آینده نزدیک، نشان دهنده آن است که کشورها نیازمند برنامه ریزی برای توسعه فناوری های مربوط به تولید انرژی های بادی هستند. از آنجا که ایران کشوری در حال توسعه است توصیه می شود که دولت دیدگاهی که منجر به مداخله سیاستی می شود را دنبال کند. و در نتیجه تصمیمات متمرکزی را به شرح زیر در این حوزه انتخاب کند:

- اتخاذ تصمیم درباره عوارض ۳۰ ریالی که برای توسعه تولید برق از انرژی های تجدیدپذیر اخذ می شود به گونه ای که به جای اینکه این بودجه به شرکت توانیر (که مشکلات خاص خود را برای تأمین منابع مالی برای پول برق فسیلی دارد) داده شود، مستقیماً به حساب سازمان انرژی های نو واریز شود که تنها وظیفه آن پرداختن به انرژی های نو است. در واقع این منبع باید مستقیماً به کسی داده شود که قرار است آن را هزینه کند تا بعد، عملکرد و خروجی بودجه تخصیصی از آن مطالبه شود.

- از آنجا که معمولاً در قالب بودجه های سنواتی و برنامه های پنج ساله توسعه از جمله ماده (۱۳۳) قانون برنامه توسعه پنجم تلاش شده تا منابع مورد نیاز برای گسترش این فناوری تأمین شود و تغییرات آن ممکن است اعتماد بخش خصوصی را خدشه دار کند به یک قانون دائمی در این حوزه نیاز است. بنابراین پیشنهاد می شود دولت لایحه قانونی را برای تصویب به مجلس شورای اسلامی ارائه کند.

- «کشورها تنوع بخشی به منابع انرژی را جزء اصلی ترین راهبردهای خود قرار می دهند تا از وابستگی به یک یا دو نوع انرژی به شدت احتراز کرده و آسیب پذیری خود را به حداقل ممکن کاهش دهند. بر این اساس باید از کلیه منابع انرژی در دسترس و قابل حصول، از جمله انرژی های تجدیدپذیر، انرژی مصرفی مورد نیاز کشور تأمین شود و با ایجاد تنوع در منابع انرژی، پایداری بیشتری در سیستم انرژی کشور به وجود آید» (بهزاد، بی تا). درست

است که ایران کشوری نفت خیز است، اما مصرف بی رویه در این زمینه مورد تأیید نیست و اعتقاد بر این است که از این منبع گرانها باید برای استفاده نسل های بعد و همچنین برای مصارف با ارزش افزوده بالاتر نگهداری و صیانت شود. بنابراین با کار فرهنگی گسترده باید توجه به بهره گیری از انرژی های تجدیدپذیر را هم در بین مسئولان و هم در جامعه برای توجه و حمایت از سرمایه گذاری در این حوزه نهادینه کرد.

- در کشورهایی که موفق شده اند در حوزه بهره برداری از انرژی باد حرفی برای گفتن داشته باشند، بر روی بحث ساخت داخل متمرکز شده اند. بنابراین با توجه به روند رو به رشد استفاده از انرژی باد برای تولید برق در کشور برای گسترش توان کشور در این حوزه پیشنهاد می شود در صورت جذب سرمایه گذار خارجی پروژه هایی که پس از تأیید می خواهند در کشور فعال شوند ملزم شوند آن بخش از تجهیزات مورد نیاز پروژه خود را که تولید آنها در داخل امکان پذیر است از شرکت های داخلی خریداری کنند. این موضوع منجر به همکاری های مشترک نیز خواهد شد.

- در دولت یازدهم تعرفه مناسبی برای خرید برق از نیروگاه های انرژی های تجدیدپذیر تعیین شده و قیمت تضمینی برق تجدیدپذیر افزایش چشمگیری یافته است و در مصوبه ابلاغی به بسیاری از ضروریات سرمایه گذاری در این صنعت توجه شده است اما ثبات در اجرای مصوبه نیاز به پیش بینی منبعی مطمئن و پایدار در تأمین منابع مالی لازم برای پرداختی های پیش بینی شده در آن دارد.

- اتخاذ سیاست حمایتی از جمله اعطای وام های کم بهره و معافیت مالیاتی در مورد ایجاد چند شرکت بزرگ تولید کننده توربین بادی و ایجاد و استقرار خوشه ای از صنایع مرتبط با این صنایع بزرگ در کنار مزارع بادی به منظور هم افزایی و تبادل تجربیات، یکپارچه سازی زنجیره تأمین، کاهش هزینه های سربار و نیز کاهش هزینه های زمان تحویل محصولات و تأمین قطعات مورد نیاز.

- بازنگری مقررات و مهندسی مجدد فرایند صدور مجوزها و انعقاد قراردادها با متقاضیان احداث مزارع بادی با هدف بهبود فضای کسب و کار در این صنعت و کاهش بوروکراسی موجود.

- با هدف تقویت ساختار سازمانی موجود در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور پیشنهاد می‌شود که مجلس شورای اسلامی در تصویب لایحه تقدیمی دولت در سال ۱۳۹۲ برای تأسیس سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی ایران (ساتبا) تسریع کند.

- به منظور توسعه کاربرد و افزایش سهم تولید برق از نیروگاه‌های تجدیدپذیر، تنوع بخشی به سبد عرضه انرژی کشور، کاهش آلاینده‌های زیست محیطی و تقویت دانش بومی مرتبط با این نوع نیروگاه‌ها، پیشنهاد می‌شود دولت مکلف شود سهم این نیروگاه‌ها را در برنامه ششم توسعه افزایش دهد.

در پایان، ضمن ارائه نمودار سیستمی از مکانیسم‌های مشوق و مسدودکننده، کارکردها و موضوعات سیاستی درباره وضعیت به کارگیری انرژی بادی در ایران ذکر نکته‌ای که در مقاله «بررسی سرمایه‌گذاری در زمینه انرژی بادی در اقتصادهای نوظهور و کشور چین» بدان اشاره شده است، خالی از لطف نخواهد بود: «فضای جهانی نیز دستخوش تغییراتی شده است. زمانی که چین توسعه قدرت بادی خود را آغاز کرد بازارهای جهانی دارای رشد بالایی بودند و فاقد تولیدکننده‌ای بود که توربین با هزینه پایین تولید کند. در حال حاضر سرعت بازارهای جهانی کاهش یافته است. صنعت به مرحله تثبیت رسیده و سازندگان بالغ هم به دنبال بالا بردن کیفیت و هم کاهش هزینه‌ها در بازار هستند. برزیل و آفریقای جنوبی به دنبال عمق بخشیدن به سرعت بومی‌سازی به عنوان بخشی از سیاست‌های قدرت بادی‌شان هستند. باید منتظر نشست و مشاهده کرد که آیا در این کشورها و فضای تجاری جهانی امروزی، موفقیت چین تکرار خواهد شد یا این موفقیت وابسته به فرصت منحصر به فردی می‌ماند که توسط سیستم نوآوری فناوری جهانی در آن زمان و مکان پیشنهاد خواهد شد» (Gosens and Lu, 2013).

شکل ۲. مکانیسم‌های مشوق و مسدودکننده، کارکردها و موضوعات سیاستی درباره وضعیت به کارگیری انرژی بادی در ایران



منابع و مآخذ

متوسلی، محمود، محمدرضا میگونپوری و الهه میگونپوری (۱۳۹۲). «شناسایی عوامل مؤثر بر فرایند شکل‌گیری سیستم نوآوری فناورانه در کشور: الگویی مبتنی بر نظریه بر خاسته از داده»، *فرایند توسعه مدیریت*، دوره ۲۶، ش ۱.

محمدی، مهدی، سیدحبيب‌الله طباطبائیان، مهدی الیاسی و سعید روشنی (۱۳۹۲). «تحلیل مدل شکل‌گیری کارکردهای سیستم نوآوری فناورانه نوظهور در ایران؛ مطالعه موردی بخش نانوفناوری»، *فصلنامه علمی پژوهشی سیاست علم و فناوری*، سال پنجم، ش ۴.

احمدی، عباس، عنایت‌اله معلمی، عباس افرازه، ناصر باقری مقدم (۱۳۹۱). «ارائه یک مدل برای شناسایی موانع و محرک‌های شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه؛ مورد مطالعاتی فناوری پیل سوختی»، *دومین کنفرانس بین‌المللی و ششمین کنفرانس ملی مدیریت فناوری*. باقری مقدم، ناصر (۱۳۹۱). *قسمت چهارم و پنجم برنامه تلویزیونی ثریا با موضوع الزامات دولت آینده در حوزه نیرو و انرژی‌های نو*، www.sorayatv.ir.

پایگاه اطلاع‌رسانی سازمان انرژی نو ایران، به نشانی <http://www.sunatv.org.ir>.
اسمیتز، راد، استفان کوهلمان و فلیپ شپیرا (۱۳۹۳). *سیاست نوآوری در تئوری و عمل*، ترجمه سیدسروش قاضی نوری و ماندانا آزادگان مهر، چاپ اول، اصفهان، نشر دارخوین.

بهزاد، محمد (بی‌تا). «چشم‌انداز انرژی بادی در ایران و جهان»، <http://www.panjereh-iran.com>.

آرمودلی، یوسف (۱۳۹۳). *شبکه اطلاع‌رسانی نفت و انرژی (شانا)*، <http://www.shana.ir>.
معلمی، عنایت‌اله، عباس احمدی، عباس افرازه و ناصر باقری مقدم (۱۳۹۱). «گام‌های نظری تحلیل توسعه فناوری‌های نوظهور با استفاده از نظام نوآوری فناورانه، مورد مطالعاتی فناوری پیل سوختی»، *دومین کنفرانس بین‌المللی و ششمین کنفرانس ملی مدیریت فناوری*.

صادق‌زاده، سیدمحمد (۱۳۹۴). «سومین کنفرانس انرژی بادی، میزگرد دوم: سیاست‌ها و قوانین حمایتی و میزان اثربخشی آن در توسعه صنعت باد کشور»، www.iranwac.com.

چیت‌چیان، حمید (۱۳۹۱). *قسمت چهارم و پنجم برنامه تلویزیونی ثریا با موضوع الزامات دولت آینده در حوزه نیرو و انرژی‌های نو*، www.sorayatv.ir.

هوشنگ فلاحتیان، <http://bourse24.ir/news/101810/p>

Bento, Nuno (2014). "The Construction of a New Technological Innovation

- System in a Follower Country: Wind Energy in Portugal", Paper to be Presented at the DRUID Society Conference, CBS, Copenhagen, June 16-18.
- Bagheri Moghaddam, Naser, Sayyed Moslem Mousavi, Enayat A. Moallemi and Masoud Nasiri (2012). "Formulating Directional Industry Strategies for Renewable Energies in Developing Countries: The Case Study of Iran's windturbine Industry", *Elsevier Journal*, Vol. 39.
- Gosens, Jorrit and Yonglong Lu (2013). "From Lagging to Leading? Technological Innovation Systems in Emerging Economies and the Chinese wind Power", *Article in Energy Policy*, Vol. 60.
- Carlsson, Bo, Staffan Jacobsson, Magnus Holmén and Annika Rickne (1999). Innovation Systems: Analytical and Methodological Issues, Paper to be Presented at the DRUID Society Conference.
- Vidican, Georgeta, Lisa McElvaney, Diana Samulewicz and Yasser Al-Saleh (2012). An Empirical Examination of the Development of a Solar Innovation System in the United Arab Emirates, *Energy for Sustainable Development*, Vol. 16, No. 2.