Archive of SID

Volume 12, Number 1, Spring 2020

Journal of Science & Technology Policy (JSTP)

Photovoltaic Technological Niche Development in Iran with Strategic Niche Management Perspective

Mohammad Sadegh Khayyatian Yazdi[1], Kiarash Fartash[1]*, Amir Ghorbani[2]

1- Assistant Professor, Institute for Science and Technology Studies, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
2- MSc in Technology Management, Faculty of Management and Accounting, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Abstract

Appropriate policies for the development of renewable energy technologies require accurate identification and explanation of the technological change. On the other hand, the development of renewable energy technologies in each country according to its native conditions has different requirements and depends on a range of social and technical factors. The present study analyzes the development of photovoltaic technology from the perspective of expectations, networks, and learning, with the approach of strategic niche management and in the form of historical case studies and qualitative research methods. Data gathering tools are semi-structured interviews and secondary data and the method of data analysis is through content analysis and axial coding. The statistical population for the expert interview is experienced in solar energy in Iran and 20 experts have been selected and interviewed by the snowball technique. Its temporal territory is between 1991 and 2019, and its spatial territory is Iran. Examining the Interaction between niche processes, it was shown that although the network of actors was weaknesses in the early 1991s, with over time and the Enforcement of supportive laws and policies such as feed-in tariff and support for the development of renewable energy technologies, it has finally led to the growth of the network of educational and knowledgeable actors in the mid-2000s and the growth of the network of production and service actors in the 2010s. The impact of important events such as JCPOA and foreign investment on the development of expectations and the network of photovoltaic actors has also been described.

Keywords: Niche Development, Technological Niche, Solar Energy, Photovoltaic, Strategic Niche Management

* Corresponding author: k_fartash@sbu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

فصلنامه علمی-پژوهشی

سیاست علم و فناوری

سال دوازدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹

توسعه کنام فناورانه فتوولتائیک در ایران با رویکرد مدیریت راهبردی کنام

محمدصادق خیاطیان یزدی[۱]، کیارش فرتاش[۱*]، امیر قربانی[۲]

۱- استادیار پژوهشکده مطالعات بنیادین علم و فناوری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

۲- کارشناسی‌ارشد مدیریت فناوری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

چکیده

اتخاذ سیاست‌های مناسب برای توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، نیازمند شناسایی و تبیین درست تغییرات فناورانه است. از طرفی، توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در هر کشور بر اساس شرایط بومی آن کشور الزامات مختلفی داشته و به طیفی از عوامل اجتماعی و فنی وابسته است. پژوهش حاضر با رویکرد مدیریت راهبردی کنام و در قالب مطالعات موردی تاریخی و با روش تحقیق کیفی به تحلیل توسعه فناوری فتوولتائیک از منظر انتظارات، شبکه‌ها و یادگیری می‌پردازد. قلمرو زمانی بررسی، سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ و قلمرو مکانی، حوزه انرژی خورشیدی در ایران است. ابزار اصلی گردآوری داده‌ها، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و داده‌های ثانویه موجود و روش تحلیل داده‌ها نیز تحلیل محتوا و استفاده از کدگذاری محوری بوده است. جامعه آماری مصاحبه، خبرگان دارای تجربه و تخصص در زمینه انرژی خورشیدی در ایران بوده که ۲۰ نفر از افراد با ویژگی یادشده به روش گلوله برفی انتخاب و مورد مصاحبه قرار گرفته‌اند. با بررسی تعاملات بین فرآیندهای کنام نشان داده شده که اگر چه شبکه بازیگران در ابتدای دهه ۱۳۷۰ بسیار اندک بوده اما با گذشت زمان و وضع قوانین و برخی سیاست‌های حمایتی همچون خرید تضمینی برق تجدیدپذیر و حمایت از توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، انتظارات بازیگران درباره کنام فتوولتائیک رشد کرده و در نهایت منتهی به رشد شبکه بازیگران آموزشی و دانشی در اواسط دهه ۱۳۸۰ و رشد شبکه بازیگران تولیدی و خدماتی طی دهه ۱۳۹۰ شده است. همچنین تأثیر رویدادهای مهمی همچون توافق برجام و سرمایه‌گذاری خارجی بر توسعه انتظارات و شبکه بازیگران فتوولتائیک ایران تشریح شده است.

کلیدواژه‌ها: توسعه کنام، کنام فناورانه، انرژی خورشیدی، فتوولتائیک، مدیریت راهبردی کنام

برای استنادات بعدی به این مقاله، قالب زیر به نویسندگان محترم مقالات پیشنهاد می‌شود:

Khayyatian Yazdi, M. S., Fartash, K.,& Ghorbani, A. (2020). **Photovoltaic Technological Niche Development in Iran with Strategic Niche Management Perspective.** *Journal of Science & Technology Policy*, 12(1), 37-54. {In Persian}.

DOI: 10.22034/jstp.2020.12.1.1136

۱- مقدمه

در دنیای امروز تلاش بسیاری برای تحت تأثیر قرار دادن و هدایت تغییرات فناورانه انجام می‌شود. هنگامی که از مفهوم تغییرات فناورانه استفاده می‌شود منظور توسعه فناوری در تعامل با نظام اجتماعی-فنی است. ضرورت هدایت تغییرات فناورانه ناشی از این حقیقت است که به جز مزایای ایجاد رشد اقتصادی و منافع اجتماعی که به وسیله فناوری جدید به وجود می‌آید، استفاده از فناوری‌های کنونی دارای اثرات جانبی منفی است که اغلب این اثرات جانبی منفی مربوط به تأثیر فناوری بر محیط زیست است [۱]. در این میان یکی از مهم‌ترین حوزه‌های پرتلاطم که در آن فناوری و محیط زیست برای هم‌زیستی مسالمت‌آمیز تلاش می‌کنند حوزه

DOI: 10.22034/jstp.2020.12.1.1136

نویسنده عهده‌دار مکاتبات: k_fartash@sbu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

انرژی‌های تجدیدپذیر است. به این منظور تا سال ۲۰۱۶ تقریباً همه کشورهای جهان برای حمایت از توسعه و گسترش فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر سیاست‌هایی را اتخاذ کرده‌اند یا از قبل سیاست‌هایی را در دست اجرا داشته‌اند [۲]. انرژی خورشیدی برای ۹ سال پیاپی بیشترین سهم سرمایه‌گذاری‌های جدید را در میان انرژی‌های تجدیدپذیر داشته است. سرمایه‌گذاری ۱۴۰ میلیارد دلاری در انرژی خورشیدی، ۴۲/۵ درصد از کل سرمایه‌گذاری‌های صورت پذیرفته در انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد و ظرفیت نیروگاه‌های فتوولتائیک با ۵ درصد افزایش در سال ۲۰۱۸ به ۱۰۷ گیگاوات در جهان رسیده است. همچنین در اکثر سناریوهای برق تجدیدپذیر به اهمیت فناوری سامانه¬های خورشیدی[1] فتوولتائیک به منظور دستیابی به برق مقرون به صرفه و نیروگاه‌های بدون کربن اشاره شده است. هزینه‌کرد تحقیق‌وتوسعه برای انرژی‌های تجدیدپذیر با ۱۰ درصد افزایش به ۱۳ میلیارد دلار رسیده که حدود نیمی از آن متعلق به انرژی‌های خورشیدی است و برای چهارمین سال پیاپی کشورهای در حال توسعه سرمایه‌گذاری بیشتری نسبت به کشورهای توسعه‌یافته در انرژی‌های تجدیدپذیر کرده‌اند و در این میان فناوری فتوولتائیک به عنوان یک گزینه کلیدی برای دستیابی به برق بدون کربن مطرح می‌باشد [۳]. تجربه کشورهای مختلف نشان می‌دهد که توفیق در امر توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر از جمله فتوولتائیک، درگرو پیروی از یک سیاست واحد یا نسخه‌برداری مکانیکی از تجربه دیگران نیست بلکه راه‌های متعددی برای نیل به این مقصود وجود دارد. توسعه فناوری فتوولتائیک در کشورهای مختلف، با توجه به شرایط هر کشور، رویه‌های مختلفی دارد و میزان توسعه‌یافتگی و منابع فسیلی در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر بسزایی دارند. بنابراین عوامل اثرگذار بر توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر از جمله فناوری فتوولتائیک در کشورهای مختلف، متفاوت است. علاوه بر این، در توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر به طور هم‌زمان عوامل متعدد اجتماعی، فنی، نهادی و ساختارهای بازار دخیل هستند [۴].

توسعه و تغییرات فناورانه با استفاده از نظریه‌های مختلفی همچون رویکرد نظام نوآوری فناورانه[2]، رویکرد تحلیل چندسطحی[3]، مدیریت راهبردی کنام[4] و مدیریت گذار[5] مورد بررسی قرار گرفته‌اند [۵]. رویکردهای نظام نوآوری بیشتر بر اهمیت قابلیت نوآوری بنگاه‌ها و تنظیمات نهادی که از آنها حمایت می‌کند متمرکز هستند اما در دیدگاه رویکرد تحلیل چندسطحی هم‌زمان به ابعاد غیر فنی یعنی بحث‌های اجتماعی و فرهنگی نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. هدف رویکرد مدیریت گذار نیز تسهیل و تسریع گذارهای پایدار از طریق چرخه ساختاردهی به مسئله، توسعه شبکه‌ها، بسیج بازیگران و پایش و ارزیابی مستمر می‌باشد و رویکرد مداخله‌جویانه بیشتری را دنبال می‌کند و در جستجوی راه‌های مدیریت حکمرانی و مدیریت گذار است. در ارتباط و وابستگی نزدیک و تقریباً هم‌زمان با رویکرد تحلیل چندسطحی، رویکرد مدیریت راهبردی کنام در پاسخ به توسعه کنام‌های فناورانه شکل گرفت. این رویکرد به این موضوع می‌پردازد که چگونه فناوری‌های نوآیند رشد پیدا می‌کنند و ثبات پیدا می‌کنند و یا از بین می‌روند [۶]. رویکرد مدیریت راهبردی کنام به عنوان یک مدل تحقیقاتی بر نقش انتظارات، شبکه‌سازی، یادگیری و تعاملات میان آنها متمرکز است. از این رویکرد به منظور درک بهتر نقش آزمایش‌ها در ظهور خط سیر فناورانه‌های جدید در قالب مطالعات موردی تاریخی استفاده می‌شود. همچنین از رویکرد مدیریت راهبردی کنام به عنوان یک ابزار سیاستی برای تجزیه و تحلیل آزمایش‌هایی که تاکنون در کنام صورت پذیرفته، استفاده می‌شود تا سیاست‌گذاران را برای وضع سیاست‌های پایدار برای آینده آگاه سازد [۷]. در این مقاله به تحلیل کنام فناورانه فتوولتائیک در ایران با تمرکز بر فرآیندهای داخلی کنام (انتظارات، یادگیری و شبکه‌سازی) از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ پرداخته می‌شود.

۲- پیشینه تحقیق

۲-۱ سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک

در فناوری فتوولتائیک پرتوهای خورشیدی توسط صفحات

[1] از این پس به اختصار «فتوولتائیک» گفته می‌شود.

2- Technological Innovation System (TIS)
3- Multi-Level Perspective (MLP)
4- Strategic Niche Management (SNM)
5- Transition Management (TM)

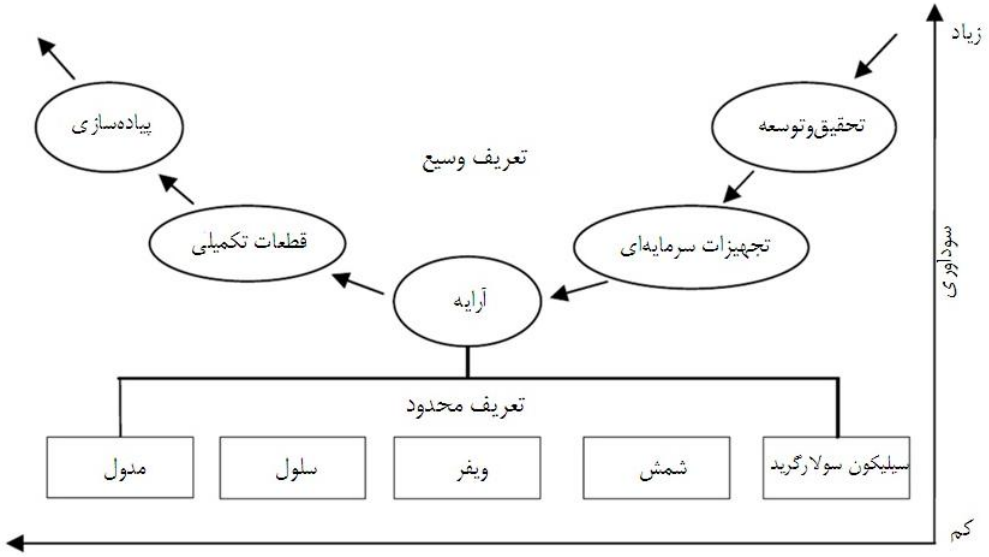
www.SID.ir

Archive of SID

کوچکی از نیمه‌رساناهای فتوولتائیک، موسوم به سلول فتوولتائیک، به الکتریسیته تبدیل می‌شوند. از اتصال سلول‌های فتوولتائیک با هم یک مدول فتوولتائیک تشکیل می‌شود. برای ساختن سامانه‌ای با خروجی قابل توجه (نیروگاهی یا خانگی)، نیاز است که چند مدول با هم و به صورت هم‌زمان کار کنند. همان‌طور که سلول‌های فتوولتائیک به هم وصل می‌شوند تا مدول‌های فتوولتائیک را بسازند مدول‌ها هم برای ایجاد میزان مناسبی از ولتاژ و جریان باید به صورت سری و موازی به هم متصل شوند تا آرایه‌های فتوولتائیک را ایجاد کنند. سلول فتوولتائیک ساده‌ترین و پیشروترین شکل از وسایل در دسترس برای تولید انرژی است که حالت جامد داشته و هیچ قسمت متحرکی ندارد. این سلول‌ها به راحتی هم در تولید پراکنده و هم در تولید نیروگاهی الکتریسیته به کار می‌روند. زنجیره ارزش در صنعت فتوولتائیک دارای یک تعریف محدود و یک تعریف وسیع است (شکل ۱). در تعریف محدود، زنجیره ارزش از تولید سیلیکون سولارگرید آغاز و سپس به تولید شمش، ویفر، سلول و در به نهایت آرایه‌های فتوولتائیک می‌رسد. این زنجیره ارزش در واقع فرآیند تولید آرایه‌های فتوولتائیک را نشان می‌دهد و بسیاری از جنبه‌های مهم بالادست و پائین‌دست را نادیده می‌گیرد. در تعریف وسیع، علاوه بر تولید آرایه‌ها، تولید تجهیزات سرمایه‌ای، تحقیق‌وتوسعه، تولید قطعات تکمیل‌کننده و طراحی و استقرار نیز در نظر گرفته می‌شود [۸].

۲-۲ مدیریت راهبردی کنام

حرکت به سمت سامانه‌های کمینه کربن نیازمند طیف گسترده‌ای از تغییرات در رویه‌های مصرفی و رفتاری مصرف‌کنندگان و همچنین تغییرات در سیاست‌های دولتی و رویکردهای فناورانه می‌باشد. رویکرد مدیریت راهبردی کنام را می‌توان «خلق، ایجاد و کنترل خروج از فضاهای حفاظت شده به منظور توسعه و به کارگیری فناوری‌های نویدبخش از طریق آزمایش، با هدف یادگیری درباره مطلوبیت فناوری جدید و ارتقاء سهم کاربرد آن» تعریف کرد [۹]. به عبارتی دیگر رویکرد مدیریت راهبردی کنام، روش یا ابزاری است که فرآیند توسعه فناوری‌های پایدار جدید را توصیف می‌کند [۱۰]. همچنین اوربن[1] و همکاران بیان می‌کنند که برای توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر باید یک فرآیند تحقیق‌وتوسعه، نسخه اولیه و بکارگیری فناوری طی شود. علاوه بر این باید جنبه‌های محیطی از جمله ایجاد بازار و دانش و مهارت‌های لازم نیز در این فرآیند، رشد و تکامل پیدا کند. بنابراین طیف گسترده‌ای از بازیگران از جمله نهادهای عمومی، بنگاه‌های اقتصادی و سازمان‌های تحقیقاتی در این فرآیند نقش ایفاء می‌کنند [۱۱]. فناوری‌های نوآیند از آزمایش‌های دنیای واقعی و در فضاهای محافظت شده متولد می‌شوند. رویکرد راهبردی کنام نشان می‌دهد که این فناوری‌ها چگونه در کنام‌ها رشد پیدا می‌کنند و این امکان را پیدا می‌کنند که با گذشت زمان به پایداری و ثبات برسند و به



شکل ۱) زنجیره ارزش سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک [۸]

1- Urban

www.SID.ir

Archive of SID

سمت ایجاد بازارهای کنام[1] حرکت کنند [۱۲]. به منظور اینکه این فناوری‌های نوآیند به اهداف خود دست یابند و توسعه پیدا کنند باید سه فرآیند داخلی مهم طی شود: ۱) انتظارات، ۲) شبکه‌سازی و ۳) یادگیری [۱۳]. بسیاری از محققان از سه فرآیند داخلی کنام برای بررسی توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر استفاده کرده‌اند. ژو[2] و همکاران دریافته‌اند که ویژگی‌های دورنمای جغرافیایی[3] بر توسعه وسایل نقلیه الکترونیکی در چین تأثیرگذار بوده است [۱٤]. در مطالعه دیگری ون‌درلک[4] و همکاران از رویکرد مدیریت راهبردی کنام به منظور بررسی دلایل شکست و موفقیت پروژه‌های سوخت‌های زیستی در هلند استفاده کرده‌اند. نتایج آن نشان می‌دهد که اگر چه برخی از پروژه‌های سوخت‌های زیستی از نظر تبیین انتظارات، شبکه‌سازی و فرآیندهای یادگیری به خوبی مدیریت شده‌اند اما در سایر پروژه‌ها آن چنان به خوبی مدیریت نشده‌اند. دلیل اصلی عدم موفقیت اکثر پروژه‌ها، عدم همکاری و مشارکت بازیگران اصلی و در دسترس نبودن منابع می‌باشد [۱۵]. اوپازو[5] بیان می‌کند که کشورهای در حال توسعه محدویت‌های مختلف دارند که توسعه فناوری‌های نوآیند را محدود می‌کند. این محدودیت‌ها عبارتند از: فقدان ظرفیت‌های فناورانه، فقدان چارچوب‌های مناسب سیاست‌گذاری، محدودیت در منابع و مشارکت محدود بازیگران [۱٦]. ساگار و ماجومدار[6] در مورد نقش مهمی که دولت می‌تواند با حمایت مالی از فناوری‌های نوآیند از طریق ایجاد سیاست‌ها یا نهادهای خاص یا از طریق تحقیق‌وتوسعه در این کشور ایفاء کند بحث کرده‌اند [۱۷]. علاوه بر این، اپازو بیان می‌کند که در کشورهای در حال توسعه بیشتر تاکید بر دستیابی بر فناوری‌هایی می‌باشد که نیازهای اساسی زندگی روزمره را بر طرف می‌کنند و کمتر به فناوری‌های تجدیدپذیر و کاهش انتشار کربن پرداخته می‌شود. به همین منظور سازمان‌های بین‌المللی از توسعه بازارهای انرژی‌های تجدیدپذیر در این کشورها حمایت می‌کنند [۱٦]. ون‌ایجک و رومیجن[7] نیز لیستی از توصیه‌های سیاستی را با استفاده از رویکرد مدیریت راهبردی کنام برای توسعه سوخت‌های زیستی در تانزانیا ارائه کردند [۱۸]. از مدل مدیریت راهبردی کنام در مطالعات نوآوری در زمینه‌های مختلفی از جمله زیست‌توده [۱۹]، پیل سوختی و فتوولتائیک [۲۰] و انرژی‌های تجدیدپذیر [۲۱] استفاده شده است.

- انتظارات: انتظارات در واقع وعده‌های فناوری‌های جدید را توصیف می‌کند. هنگامی که فناوری‌های نوآیند دارای نتایج نامشخص هستند انتظارات می‌تواند نقش حیاتی در جذب بازیگران داشته باشد [۱٤]. انتظارات می‌تواند توسعه کنام را تشدید کند به وسیله اجازه دادن به بازیگران برای یادگیری درباره فناوری نوآیند در زندگی واقعی خود و همچنین به اشتراک‌گذاشتن یک چشم‌انداز درباره فناوری نوآیند و به اجماع نظر رسیدن درباره فناوری [۲۲]. در همین راستا، ریون[8] بیان می‌کند که در آغاز یک خط سیر فناورانه، انتظارات به صورت خیلی گسترده، کلی و پراکنده مشاهده می‌شوند. با در نظر گرفتن این مسئله، طبعا باید فناوری‌های نوآیند در ابتدا از ثبات برخوردار باشند تا توانایی رشد را پیدا کنند [۲۳]. بنابراین انتظارات هنگامی به سوی نیرومندتر شدن گرایش پیدا می‌کنند که ۱) توسط بازیگران پذیرفته و به اشتراک گذاشته شوند؛ ۲) واضح و شفاف باشند و ۳) به وسیله نتایج آزمایش پشتیبانی شوند [۲٤].
- شبکه‌سازی: به منظور توسعه فناوری‌های نوآیند بایستی شبکه‌ای از بازیگران از آن حمایت کنند. به طور کلی، بازیگران ادراک متفاوتی نسبت به فناوری نوآیند دارند که همین موضوع باعث می‌شود آنها به دلایل مختلفی بخشی از شبکه‌ای شوند که از فناوری نوآیند حمایت می‌کند [۱٤]. موریک و ریون[9] بیان می‌کنند که شبکه بازیگران تمایل به ایجاد هماهنگی و همگرایی در انتظارات مختلف دارند [۲۵]. بنابراین برای اینکه یک شبکه مؤثر باشد، باید بازیگران متنوعی را در خود جای دهد که همبستگی بیشتری بین آنها وجود داشته باشد [۱۵]. علاوه بر این، اپازو درباره اهمیت منابع در دسترس (منابع مالی، انسانی و ...) برای پشتیبانی از شبکه که در آن بازیگران چشم‌اندازهای خود را تغییر می‌دهند و قواعد جدیدی را برای دستیابی به نقش پایدار در توسعه کنام‌ها ارائه می‌دهند، بحث می‌کند. از آن‌جایی که بازیگران هر

1- Niche Markets
2- Xue
3- Geographic Landscape
4- Van der Laak
5- Opazo
6- Sagar & Majumdar
7- Van Eijck & Romijn
8- Raven
9- Mourik and Raven

www.SID.ir

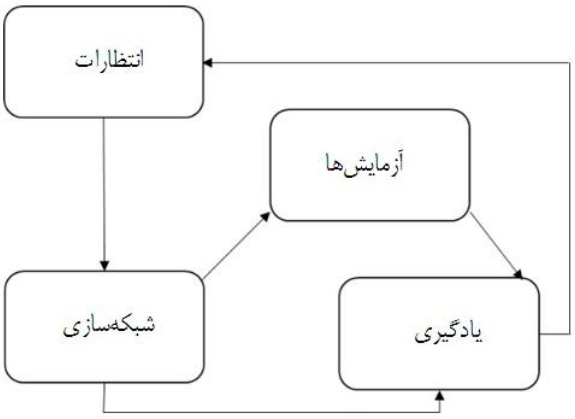
Archive of SID

یک نماینده یک نهاد خاصی هستند، هماهنگی بین این نهادها می‌تواند منابع مورد نیاز شبکه را برای ایجاد تعامل میان بازیگران را فراهم کند [۱۶].

- یادگیری: آزمایش هسته اصلی رویکرد مدیریت راهبردی کنام می‌باشد بنابراین یادگیری نقش حیاتی برای بازیگران پیشرو در سازگار کردن فناوری نوآیند با محیط اجتماعی‌ای که فناوری تثبت شده در آن می‌باشد، دارد [۲۳]. یادگیری در مدیریت راهبردی کنام نه تنها در مورد یادگیری از آزمایش‌های فنی است بلکه درباره آزمایش‌های اجتماعی با یک فناوری جدید نیز می‌باشد آزمایش‌های اجتماعی درباره یک فناوری جدید نه تنها می‌توانند باعث توسعه آن فناوری شوند بلکه می‌توانند مانع توسعه آن فناوری نیز گردند [۱۵]. توالی آزمایش‌ها به منحنی یادگیری کمک خواهد کرد و به تدریج منجر به خلق دانش، ایده و ادراک جدید در محیط کنام می‌شود [۲۶]. با یادگیری درباره فناوری و استفاده از آن توسط بازیگران هر یک از آنها قادر بازخورد دادن در شبکه کنشکران هستند [۲۴].
- تعاملات بین فرآیندهای کنام: به منظور درک فرآیند شکل‌گیری کنام، فرآیندهای کنام که قبلاً به آنها اشاره شد نباید به دلیل ماهیت پویای آنها به صورت جدا از هم مورد بررسی قرار گیرند. هر یک از بازیگران چشم‌اندازها و انتظارات خاص خود را دارند و توسعه روابط میان آنها در شبکه باعث همسویی انتظارات در شبکه می‌شود. در نتیجه انتظارات بر چگونگی سازماندهی آزمایش‌ها تأثیر می‌گذارد. سپس این آزمایش‌ها نتایجی را در اختیار بازیگران برای تفسیر و تأویل قرار می‌دهد بنابراین بر مشارکت‌ها در آزمایش‌های بیشتر تأثیر می‌گذارد (شکل ۲). نتایج این فرآیند یادگیری باعث باز شکل‌دهی انتظارات و تأثیر در چشم‌اندازهای بازار در بلندمدت خواهد شد. با این وجود عوامل خارجی دیگری نیز هستند که بر چگونگی یادگیری تأثیرگذار هستند [۱۶].

۳- روش تحقیق

راهبرد تحقیق حاضر، مطالعه موردی فرآیند توسعه کنام فناورانه فتوولتائیک در ایران بر اساس رویکرد مدیریت راهبردی کنام است (شکل ۳). نوع این تحقیق بر اساس دسته‌بندی ین[1] [۲۷]، کیفی-توصیفی و بازه زمانی مورد تحلیل از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ می‌باشد. جهت گردآوری داده‌های مورد نیاز تحلیل از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۲۰ نفر از خبرگان حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر و خورشیدی شامل ۷ نفر از نهادهای دانشگاهی و تحقیقاتی (نظیر دانشگاه‌های صنعتی شریف و شهید بهشتی)، ٦ نفر از نهادهای سیاست‌گذار (وزارت نیرو، وزارت نفت و معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری)، ٤ نفر از شرکت‌های خصوصی و ۳ نفر از نهادهای میانجی (انجمن‌ها) که در توسعه فناوری فتوولتائیک در ایران درگیر بوده‌اند به طور متوسط ٦۰ دقیقه مصاحبه صورت گرفت و متن مصاحبه‌ها پیاده و کدگذاری شد. با توجه به بازه زمانی طولانی تحقیق (۱۳۹۸-۱۳۷۰) برای پیدا کردن افرادی که به این حوزه اشراف کامل داشته باشند از روش نمونه‌گیری گلوله برفی استفاده و از خبرگان در انتهای هر مصاحبه درخواست شد از میان افرادی که با تاریخچه توسعه فناوری فتوولتائیک در ایران آشنایی کافی دارند، فرد/ افرادی مناسب را به محققان معرفی کنند.

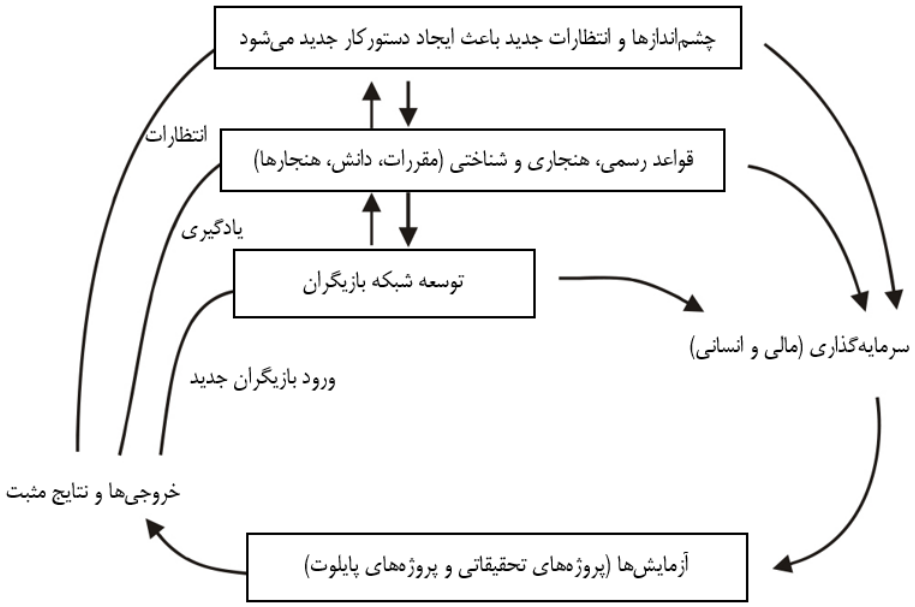


شکل ۲) تعاملات بین فرآیندهای کنام فناورانه (بر اساس [۲۳])

1- Yin

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳) پویایی مسیر توسعه کنام فناورانه فتوولتائیک در ایران (بر اساس [۷])

پس از انجام مصاحبه با خبرگان، متن مصاحبه‌ها پیاده‌سازی و مورد تحلیل محتوای کیفی صورت گرفت. متن مصاحبه‌ها بعد از بررسی و بازخوانی دقیق توسط محققان بر اساس چارچوب پژوهش مورد کدگذاری محوری و تحلیل قرار گرفت [۲۷]. فرآیندهای داخلی رویکرد مدیریت راهبردی کنام (انتظارات، شبکه‌سازی و یادگیری) موضوعات تحلیل محتوا در مقاله حاضر محسوب می‌شوند. علاوه بر تحلیل محتوا مصاحبه‌ها (داده‌های اولیه)، متون اسناد، گزارش‌ها و تحلیل‌های (داده‌های ثانویه) مرتبط با توسعه کنام فتوولتائیک، و نیز هر مطالب دارای دلالت بر نقش یکی از فرآیندهای داخلی رویکرد مدیریت راهبردی کنام (تم‌های تحلیلی) با قید منبع دلالت جمع‌آوری و تحلیل شده‌اند. کدهای مورد استفاده جهت شناسایی هر موضوع، کلمات یا عبارات دارای دلالت مستقیم بر مصادیق رویکرد مدیریت راهبردی کنام می‌باشند. در موضوع یادگیری، تمام عبارات و کلماتی که دلالت بر یادگیری داشتند مانند "مهارت ..."، "دانش ..."، "آموزش ..."، "فراگیری ..."، "آموختن ..."، "پرورش..."، "فهم ..."، "درک ..." و "یادگیری ..." کدهای مورد استفاده بوده‌اند. همچنین در موضوع انتظارات، تمام عبارات و کلماتی که دلالت بر انتظارات دارشتند عبارتند از: "نگرش..."، "انتظار..."، "توقع..."، "امید..."، "خواسته..." و "دیدگاه..." و در موضوع شبکه‌سازی، عبارات و کلماتی که دلالت بر شبکه‌سازی داشتند شامل "ورود..."، "شبکه..."، "ذینفع..." و "ارتباط..." می‌باشد.

در این مقاله، نویسندگان از ۳ آیتم برای کدگذاری داده‌ها استفاده کرده‌اند. به مثال زیر توجه کنید:

«در سال ۱۳۹۰ ستاد توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر اومد و حدود ۲۰۰ میلیون تومن به حدود ۲٤ تا دانشگاه پول داد تا نیروگاه‌های فتوولتائیک ۲۰ کیلوواتی نصب و راه‌اندازی کنند ... همین موضوع باعث آشنایی و درک اونها از فناوری میشه. از طرفی بالاخره چندتا استاد و دانشجو از همین دانشگاه‌ها درگیر نصب و راه‌اندازی نیروگاه‌های فتوولتائیک میشن و کلی چیز یاد میگیرن» (مصاحبه‌شونده ٤) {۳P٤}.

در کد فوق، عدد سمت راست نشان دهنده شماره مصاحبه است یعنی در این مثال {۳P٤} عدد ٤ نشان می‌دهد که این کد از مصاحبه چهارم استخراج شده است. حرف انگلیسی که بین دو عدد قرار می‌گیرند یعنیP نشان می‌دهد که مصاحبه با یکی از سیاست‌گذاران مرتبط با فناوری فتوولتائیک صورت گرفته است. عدد سمت چپ نیز نشان‌دهنده یکی از فرآیندهای داخلی رویکرد مدیریت راهبردی کنام می‌باشد؛ یعنی عدد ۳ در مثال بالا نشان می‌دهد که این عبارت، به سومین فرآیند داخلی (یادگیری) مرتبط بوده است.

به اعتقاد کرسول[1] در پژوهش‌های کیفی روایی و پایایی دارای

1- Creswell

www.SID.ir

Archive of SID

دو بخش جمع آوری و تحلیل داده‌ها نیازمند توجه و بررسی می‌باشد. در بخش جمع آوری داده، پروتکل مشخصی برای مصاحبه تنظیم و قبل از هر مصاحبه مفاهیم مورد بررسی (انتظارات، شبکه‌سازی و یادگیری) به طور کامل برای بر مصاحبه‌شونده تشریح شده است. به علاوه چارچوب اولیه برگرفته از پیشینه برای اطمینان از روایی با مصاحبه‌ها شوندگان در میان گذاشته شد و نظرات اصلاحی آنان اخذ و اعمال گردید [۲۸]. علاوه بر این، یافته‌های حاصل از کدگذاری (داده‌های اولیه) با اسناد، گزارش‌ها و قوانین و مقررات (داده‌های ثانویه) برای اطمینان از درستی یافته‌ها و روایی و ایجاد زنجیره‌ای از مشاهدات استفاده شده است [۲۹]. برای اطمینان از پایایی پژوهش، تمامی مصاحبه ها بر اساس پروتکل تدوین شده مصاحبه صورت گرفت و از بین مصاحبه‌شوندگان طیف متنوعی از بازیگران انتخاب شدند که سوگیری احتمالی مصاحبه شوندگان به حداقل برسد [۳۰]. پروتکل مصاحبه‌ها در چهار محور تنظیم شد. محور اول، فهم انتظارات بازیگران دخیل در فرآیند توسعه کنام فناورانه فتوولتائیک در ایران؛ محور دوم، شناخت شبکه‌ها و بازیگران مرتبط با توسعه کنام فناورانه فتوولتائیک در ایران؛ محور سوم، فهم یادگیری‌های صورت گرفته در فرآیند توسعه کنام فناورانه فتوولتائیک در ایران توسط بازیگران؛ و در محور چهارم (جمع‌بندی): فهم تعاملات فرآیندهای کنام. در مصاحبه‌ها نیز از افراد خواسته شد به روایت تاریخی در محورهایی که از آنها مطلع و درگیر بوده بپردازند.

٤- یافته‌ها

در سه دهه اخیر، توسعه کنام فناورانه فتوولتائیک در ایران مراحل مختلفی را پیموده که متاثر از محیط اقتصادی و همچنین وقایع مهمی همچون برجام بوده است. تاریخچه توسعه کنام فتوولتائیک در ایران به دهه ۱۳۵۰ باز می‌گردد اما فعالیت‌های صورت پذیرفته بیشتر در قالب تدوین برخی کتب، پایان‌نامه‌ها و فعالیت‌های تحقیقاتی در دانشگاه‌های شیراز و صنعتی شریف بود که طبق گفته خبرگان این تحقیقات باعث استحصال ۲ کیلووات برق خورشیدی شد (مصاحبه‌شونده ٤). پس از انقلاب اسلامی ایران و آغاز جنگ هشت‌ساله میان ایران و عراق، فعالیت چشمگیری در زمینه فتوولتائیک تا اوایل دهه ۱۳۷۰ صورت نگرفت. اولین فعالیت‌های جدی در زمینه فتوولتائیک به اوایل دهه ۱۳۷۰ و تولید پنل‌های فتوولتائیک توسط شرکت فیبرنوری و برق خورشیدی باز می‌گردد [۳۱]. بر اساس مطالعات صورت پذیرفته و نظرات خبرگان، سه دوره در توسعه کنام فناورانه فتوولتائیک شناسایی شده است که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد. گذار از هر یک از دوره‌های سه‌گانه همراه با یک تحول در فرآیندهای داخلی کنام (انتظارات، شبکه‌سازی و یادگیری) بر مبنای جمع‌بندی نظرات خبرگان بوده است و مجموع این سه دوره نشان‌دهنده توسعه تدریجی کنام فناورانه فتوولتائیک می‌باشد.

دوره اول از سال ۱۳۷۰ تا سال ۱۳۸۵ می‌باشد و تمرکز اصلی بر آشنایی دولتمردان و سیاست‌گذاران با انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی می‌باشد. انتظارات در میان ذینفان در حال شکل‌گیری می‌باشد و اولین قوانین و سیاست‌ها در جهت حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر وضع شد. شبکه بازیگران نیز در حال رشد و شکل‌گیری می‌باشد. در دوره دوم از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۹٤ می‌باشد. با مصوبه مجلس در سال ۱۳۸۳ تمامی فعالیت‌های قانونی مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر در وزارت نیرو متمرکز می‌شود و در نهایت تا سال ۱۳۸۵ پروژه‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی به سانا تحویل می‌گردد. با فعالیت‌های سانا در زمینه برق‌رسانی فتوولتائیک به روستاهای صعب‌العبور و بعد از آن اتصال نیروگاه‌های فتوولتائیک به شبکه سراسری برق کشور انتظارات درباره کنام فتوولتائیک در میان ذینفعان رشد پیدا کرد و با ورود شرکت‌ها و سازمان‌های دانشی و پژوهشی شبکه ذینفعان گسترده‌تر شد و بیشترین قوانین و مقررات در جهت حمایت از کنام فتوولتائیک (شکل ٤) در این دوره تصویب شد. در نهایت دوره سوم از سال ۱۳۹٤ تا سال ۱۳۹۸ می‌باشد که مصادف با برجام[1] است، که پای سرمایه‌گذاران خارجی را به بخش انرژی‌های تجدیدپذیر ایران باز کرد و در سال ۱۳۹۵ سانا و سابا با هدف ارتقاء بهره‌وری انرژی و استفاده هرچه بیشتر از

۱- برنامه جامع اقدام مشترک یا برجام، روز سه‌شنبه ۲۳ تیر ماه ۱۳۹٤ در وین بین ایران و گروه ۵+۱ امضاء و تا زمان بازگشت تحریم‌های آمریکا در سال ۱۳۹۷ موجب لغو بسیاری از تحریم‌های اقتصادی، تجاری و صنعتی بین‌المللی علیه ایران شد.

www.SID.ir

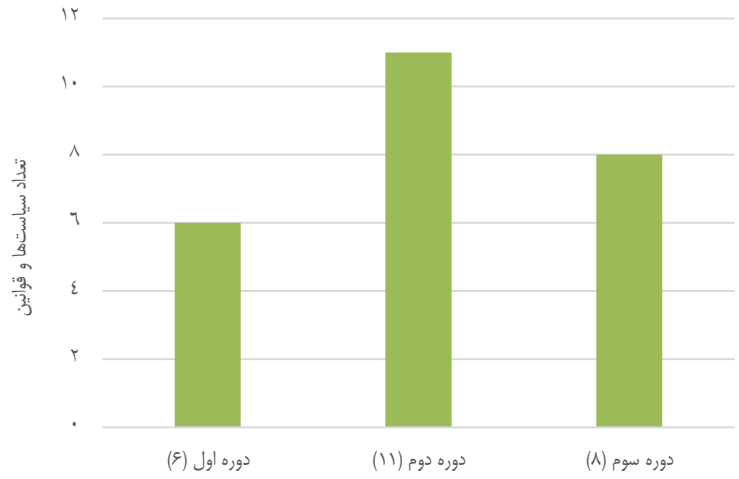
Archive of SID

منابع تجدیدپذیر و پاک با یکدیگر ادغام شدند و ساتبا ایجاد شد و این سازمان در سطح یکی از معاونت‌های وزارت نیرو ارتقاء یافت و با ابلاغ قیمت‌های خرید تضمینی برق تجدیدپذیر شاهد یک جهش در انتظارات ذینفعان و ورود شرکت‌های تولیدی و خدماتی و رشد شبکه و یادگیری ذینفعان شد. در شکل ۵؛ تعداد ۲۰٤ سازمان خدماتی و تولیدی فعال در زمینه فناوری فتوولتائیک از پایگاه داده سولارین [٤۰] استخراج شده و سپس با مراجعه به سایت سازمان‌های خدماتی و تولیدی مذکور یا سامانه لیاک – موتور جستجوی اشخاص و شرکت‌ها بر مبنای آگهی‌های روزنامه رسمی کشور – سال آغاز به فعالیت‌های مرتبط با فتوولتائیک آنها استخراج شده است.

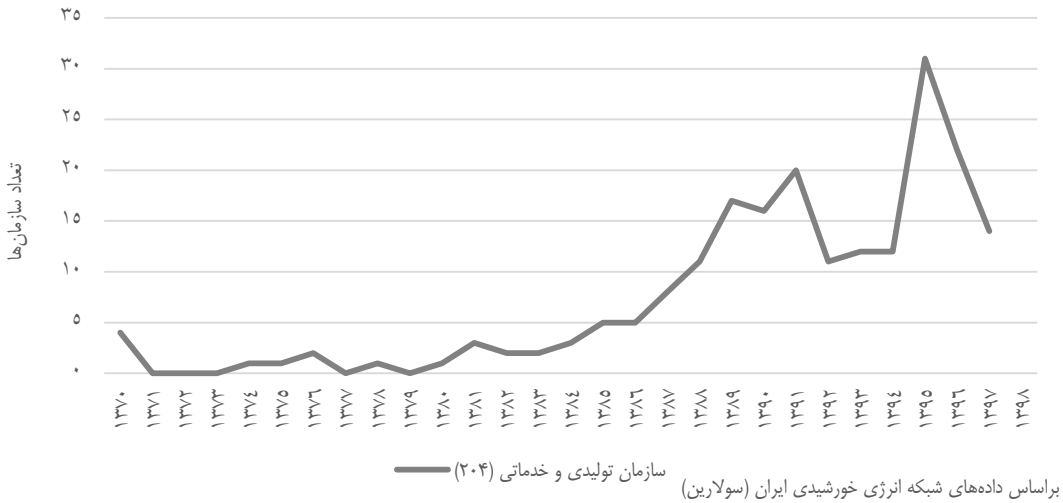
٤-۱ دوره اول: از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵

٤-۱-۱ انتظارات

زمانی که اولین فعالیت‌ها در زمینه توسعه فناوری فتوولتائیک در اوایل دهه ۱۳۷۰ در ایران آغاز شد، هیچ سیاست خاصی از سوی نهادهای دولتی برای انجام آزمایش‌های اجتماعی اتخاذ نشده بود [۳۰]. ذهنیت بیشتر سیاست‌گذاران و مسئولین در این دوره متوجه انرژی‌های فسیلی و فناوری‌های مرتبط با آن بود و هنوز شناخت صحیحی از ضرورت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ذهن آنها شکل نگرفته بود (مصاحبه‌شونده ۱). لذا سازمان انرژی اتمی ایران به عنوان متولی امر در این دوره تلاش داشت با انجام برخی پروژه‌های برق‌رسانی به روستاهای صعب‌العبور باعث آشنایی سیاست‌گذاران و



شکل ٤) تعداد سیاست‌ها و قوانین مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران



شکل ۵) تعداد سازمان‌های تولیدی و خدماتی وارده در زمینه فناوری فتوولتائیک در بازه زمانی سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ [٤۰]

www.SID.ir

Archive of SID

مسئولین با فناوری فتوولتائیک شود [۳۱و۳۲]. تجربه موفق پروژه‌های برق‌رسانی از طریق نیروگاه‌های فتوولتائیک باعث تغییر نگرش در مسئولین و سیاست‌گذاران نسبت به فناوری فتوولتائیک و شکل‌گیری نگرش مثبت نسبت به این فناوری شد (مصاحبه‌شونده ۱). در سال ۱۳۷۹ مقام معظم رهبری با ابلاغ «سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی» به دستیابی به دانش فنی و کسب فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله فناوری‌های مرتبط با انرژی خورشیدی اشاره می‌کند. در سال ۱۳۸۰ مجلس شورای اسلامی با تصویب قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی کشور برای اولین بار به خرید برق تجدیدپذیر در ماه ٦۲ این قانون اشاره می‌کند و به منظور تشویق سرمایه‌گذاران مبلغ ٤٥۰ تا ٦٥۰ ریال به ازاء هر کیلووات ساعت را برای خرید برق تجدیدپذیر در نظر می‌گیرد [۳۳]. با وجود قیمت پائین پیشنهادی، این قانون در کنار سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی باعث تغییر در نگرش و انتظارات مسئولین و سیاست‌گذاران نسبت به فناوری فتوولتائیک در ایران شد. در واقع در این دوره سیاست‌گذاران و مسئولین به همراه بخش محدودی از جامعه با کاربردهای فناوری فتوولتائیک آشنا شدند.

٤-۱-۲ شبکه‌سازی

شبکه مرتبط فناوری فتوولتائیک در ایران در ابتدا بسیار محدود بود و شامل چندین دانشگاه و پژوهشگاه به همراه سازمان انرژی اتمی بود اما به مرور زمان این شبکه گسترده‌تر شد. اولین فعالیت‌ها در زمینه فناوری فتووتائیک در ایران توسط دانشگاه شیراز و صنعتی شریف در قالب فعالیت‌های تحقیقاتی و دانشگاهی شروع شد (مصاحبه‌شونده ٤). در اوایل دهه ۱۳۷۰ شرکت فیبرنوری و برق خورشیدی اولین پنل‌های فتوولتائیک را در ایران تولید کرد [۳۱و۳۲]. در همین سال، سازمان انرژی اتمی ایران با تمرکز بر برخی از پروژه‌های برق‌رسانی به روستاهای صعب‌العبور فعالیت خود را آغاز کرد. در مسیر احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک در این روستاها، سازمان انرژی اتمی با مشکلاتی روبرو شد که باعث تعریف پروژه‌های مشترک با دانشگاه‌ها و شرکت‌های خصوصی به منظور رفع این مشکلات شد. برای مثال پروژه مشترکی با دانشکده فنی تهران برای ساخت اینورتر و ارتقاء کارایی سلول‌های فتوولتائیک تعریف شد (مصاحبه‌شونده ۲). در سال ۱۳۷۳ انجمن علمی انرژی خورشیدی ایران به منظور تشکیل گردهمایی‌های علمی، برگزاری بازدیدهای علمی داخلی، ترغیب و تشویق پژوهشگران و گسترش و ترویج استفاده از انرژی خورشیدی در ایران تأسیس شد. همچنین در سال ۱۳۷٤ سازمان انرژی‌های نو (سان) در وزارت نیرو تشکیل شد که بیشتر وظیفه تصدی‌گرایانه داشت [۳۳]. در سال ۱۳۷۷ گروه پژوهشی انرژی‌های تجدیدپذیر پژوهشگاه نیرو با هدف اجرای پروژه‌های کاربردی، مدیریت دانش و پژوهش فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر با رویکرد اولویت‌های صنعت برق کشور شکل گرفت.

٤-۱-۳ یادگیری

پروژه‌های احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک و برق‌رسانی به روستاهای صعب‌العبور که توسط سازما انرژی اتمی ایران از اوایل سال ۱۳۷۲ آغاز شد فرصت خوبی برای یادگیری تعدادی از بازیگران فراهم آورد. اگر چه در ابتدا تعداد این بازیگران محدود و کم بود اما به مرور زمان به دامنه آن افزوده شد. درگیری تیم‌های مختلف از سازمان انرژی اتمی و تیم‌های محلی در طراحی و اجرای نیروگاه‌های فتوولتائیک باعث ارتقاء دانش و مهارت بسیاری از این تیم‌ها شد که تأثیر مثبتی در طراحی و اجرای نیروگاه‌های فتوولتائیک آتی داشت [۳۰].

علاوه بر این همان‌گونه که بیان شد سازمان انرژی اتمی در مسیر احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک برای روستاها با مشکلاتی روبرو شد که باعث تعریف پروژه‌های مشترک با دانشگاه‌ها و شرکت‌های خصوصی به منظور رفع این مشکلات شد. برای مثال پروژه مشترکی با دانشکده فنی تهران برای ساخت اینورترها و ارتقاء کارایی سلول‌های فتوولتائیک تعریف شد که باعث ارتقاء دانش و کسب مهارت بسیاری از اساتید و دانشجویان درگیر در این پروژه‌ها شد (مصاحبه‌شونده ٦). احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک و برق‌رسانی به روستاهای صعب‌العبور نهایتاً باعث ایجاد یک نگرش جدید میان سیاست‌گذاران و مسئولین درباره کاربردهای فناوری فتوولتائیک و در نهایت منجر به ظهور قوانین و سیاست‌ها در سطح ملی و رویه‌ها و دستورالعمل‌ها در سطح سازمان‌ها شد [۳۳].

www.SID.ir

Archive of SID

٤-٢ دوره دوم: از سال ١٣٨٥ تا ١٣٩٤

٤-٢-١ انتظارات

در این دوره سرعت رشد انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های مرتبط با آن در کشورهای مختلف مانند کشورهای اروپایی و برخی از کشورهای آسیایی بسیار چشمگیر بود که همین امر باعث شکل‌گیری انتظارات مثبت در میان برخی از متخصصان و همچنین سیاست‌گذاران در داخل کشور نسبت به فناوری فتوولتائیک شد [٣٢]. سانا و وزارت نیرو به عنوان متولیان اصلی توسعه فناوری فتوولتائیک در این دوره، پروژه‌های مرتبط با احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک و برق‌رسانی به روستاهای صعب‌العبور را که از دوره قبل توسط سازمان انرژی اتمی ایران آغاز شده بود را در این دوره پیگیری کردند که این موضوع باعث تغییر نگرش سیاست‌گذاران و مسئولین درباره پایداری و کاربردهای فناوری فتوولتائیک شد (مصاحبه‌شونده ٩) و در نتیجه در این دوره شاهد وضع سیاست‌ها و قوانین مختلف در جهت حمایت از توسعه فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر هستیم. برای مثال در نقشه جامع علمی کشور مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی در سال ١٣٩٠، از فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله فناوری‌های مرتبط با انرژی خورشیدی به عنوان اولویت «الف» کشور نام برده می‌شود و در سال ١٣٩٣ نیز این شورا سند ملی توسعه دانش‌بنیان انرژی‌های تجدیدپذیر را به منظور بومی‌سازی فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر را مصوب و ابلاغ می‌کند. انتظارات مثبت شکل‌گرفته در ذهن سیاست‌گذاران و مسئولین پیرامون اثربخشی و ضرورت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر باعث شد که در مواد ١٣٣ و ١٣٩ برنامه پنجم توسعه هدف‌گذاری احداث ٥٠٠٠ مگاوات نیروگاه تجدیدپذیر توسط مجلس شورای اسلامی گردد و همچنین خرید برق تضمینی تجدیدپذیر دچار کمی تحول شود و دولت خرید بلندمدت برق تجدیدپذیر را در دستور کار خود قرار دهند [٣٣]. توجه سیاست‌گذاران به انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله فناوری فتوولتائیک باعث شکل‌گیری انتظارات مثبت در بخش خصوصی و ورود شرکت‌های خصوصی به این حوزه شد. ورود شرکت‌های خصوصی به حوزه فناوری فتوولتائیک باعث تقویت نگرش مثبت مسئولین و سیاست‌گذاران به این فناوری شد.

٤-٢-٢ شبکه‌سازی

شبکه مرتبط با فناوری فتوولتائیک در ایران که ابتدا بسیار محدود بود در این دوره بسیار گسترش یافت که این امر ناشی از انتظارات مثبتی بود که بین فعالان و سیاست‌گذاران این حوزه شکل گرفته بود. تشکیل ستاد توسعه فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر در معاونت علمی در سال ١٣٨٧ با هدف تجاری‌سازی نتایج حاصل از تحقیقات به عنوان مهم‌ترین حلقه زنجیره نوآوری در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر و تعریف بیش از ١٩ پروژه تحقیقاتی در زمینه فناوری فتوولتائیک تا سال ١٣٩٢ با مراکز تحقیقاتی و شرکت‌ها خصوصی باعث گسترش تعداد بازیگران این حوزه شد (مصاحبه‌شونده ١). علاوه بر این، همان‌طور که بیان شد، وضع قوانین و سیاست‌های حمایتی از جمله ماده ١٣٣ و ١٣٩ برنامه پنجم توسعه و هدف‌گذاری احداث ٥٠٠٠ مگاوات نیروگاه تجدیدپذیر توسط مجلس شورای اسلامی باعث شکل‌گیری انتظارات مثبت در بخش خصوصی درباره حمایت دولت از این حوزه شد و در نتیجه منتهی به ورود شرکت‌های خصوصی به این حوزه شد. در سال ١٣٨٩ نیز کمیته تخصصی انرژی‌های تجدیدپذیر در سندیکای صنعت برق ایران به عنوان یک نهاد صنفی با هدف ساماندهی، توسعه و هم‌افزایی فعالیت شرکت‌های مشاور، پیمانکار، سازنده و تأمین کننده فعال در این حوزه تشکیل شد [٣٣]. همچنین پژوهشکده هواخورشید فردوسی مشهد، پژوهشکده انرژی‌های نو امیرکبیر، پژوهشکده سبز علم و صنعت ایران و پژوهشکده انرژی‌های نو و محیط‌زیست تهران با اهدافی همچون کاهش هزینه‌های تولید برق خورشیدی، توسعه کمی و کیفی تحقیقات بین‌رشته‌ای مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر و عمومی‌سازی کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر تأسیس شدند.

٤-٢-٣ یادگیری

با ادامه روند احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک و برق‌رسانی به روستاهای صعب‌العبور توسط سانا و وزارت نیرو فرآیند یادگیری تیم‌های طراحی و اجرای نیروگاه‌های فتوولتائیک ادامه یافت و همچنین باعث یادگیری تعداد بیشتری از مردم روستاهای درگیر در فرآیند برق‌رسانی به آنها توسط فناوری فتوولتائیک شد. در سال ١٣٩٠ ستاد توسعه فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر با حمایت از نصب نیروگاه‌های فتوولتائیک ٢٠

www.SID.ir

Archive of SID

کیلوواتی در ۲٤ دانشگاه و مرکز تحقیقاتی باعث افزایش دانش و آگاهی تعداد زیادی از اساتید و دانشجویان دخیل در طراحی و اجرای نیروگاه‌های فتوولتائیک شد [۳۲]. علاوه بر این ستاد توسعه فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر با تعریف ۱۹ پروژه تحقیقاتی در زمینه فناوری فتوولتائیک تا سال ۱۳۹۲ با مراکز تحقیقاتی و شرکت‌های خصوصی باعث ارتقاء دانش و مهارت‌های تیم‌های دخیل در این پروژه‌های تحقیقاتی شد که بعدها بسیاری از افراد دخیل در این پروژه‌های تحقیقاتی، شرکت‌های خصوصی در زمینه توسعه فناوری فتوولتائیک تأسیس کردند (مصاحبه‌شونده ۸). سانا نیز با تعریف بیش از ۹ پروژه تحقیقاتی در قالب پایان‌نامه‌های دانشجویی و سرباز نخبگان در سال ۱۳۹٤ باعث افزایش مهارت‌های دانشجویان و دانش‌آموختگان دانشگاهی در زمینه فناوری فتوولتائیک شد (مصاحبه‌شونده ٤). در این دوره همچنین چندین نیروگاه فتوولتائیک متصل به شبکه از جمله نیروگاه بیدگنه به بهره‌برداری رسیدند که با توجه به پیچیدگی بیشتر نیروگاه‌های فتوولتائیک متصل به شبکه به دلیل پیچیدگی یکپارچه نمودن نیروگاه‌ها با زیرساخت‌های شبکه برق‌رسانی کشور، تیم بیشتری از شرکت‌های خصوصی و دولتی همچون شرکت توانیر در طراحی، اجر و بهره‌برداری از این نیروگاه‌ها دخیل بودند و همین امر باعث یادگیری تعداد بیشتری از تیم‌های محلی و دولتی با فناوری فتوولتائیک شد. گسترش بهره‌برداری از نیروگاه‌های فتوولتائیک باعث تأسیس تعداد بیشتری از شرکت‌های تولیدی و خدماتی در این دوره شد و در نتیجه سانا، سازمان ملی استاندارد ایران و سازمان برنامه و بودجه نسبت به تدوین استانداردها، دستورالعمل‌ها و آیین‌نامه‌ها اقدام نمودند که همین امر نیز باعث ارتقاء دانش بسیاری از نهادهای دولتی با فناوری فتوولتائیک شد (مصاحبه‌شونده ١٤).

٤-۳ دوره سوم: از سال ۱۳۹٤ تا ۱۳۹۸

٤-۳-۱ انتظارات

از اتفاقات مهم این دوره که باعث فراگیر شدن و همگرایی در انتظارات مثبت نسبت به رشد فناوری فتوولتائیک در ایران شد را می‌توان ابلاغ نرخ جدید خرید تضمینی برق تجدیدپذیر با تعرفه‌های ۳۲۰۰ تا ۸۰۰۰ ریال برای انرژی خورشیدی دانست. این اعداد تقریباً ۲ تا ۳ برابر تعرفه‌های خرید سایر کشورهاست [۳۲]. هم‌زمانی این موضوع با برجام [۳۱و۳۲]، منجر به سرمایه‌گذاری خارجی حدود ۳٤ میلیون دلاری در زمینه احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک در ایران شد (مصاحبه‌شونده‌های ۵ و ۱۰ و ۱۵). همین موضوع باعث درگیر شدن سازمان‌های دولتی مختلف از جمله ساتبا، وزارت نیرو و شرکت توانیر در فرآیند احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک و پاسخگویی به سرمایه‌گذاران خارجی شد که در نهایت منتهی به ارتقاء انتظارات نسب به اهمیت و اثربخشی فناوری فتوولتائیک شد تا حدی که در سال ۱۳۹٤ وزارت نیرو سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های مرتبط با انرژی خورشیدی را تدوین کرد و در آن هدف‌گذاری دستیابی به دانش فنی و فناوری فتوولتائیک تا سال ١٤٠٤ را انجام داد. همچنین در سال ۱۳۹۵ شورای عالی انرژی با تصویب سند ملی راهبرد انرژی کشور در بخش راهبردهای بخش برق به دستیابی به دانش فنی فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر اشاره می‌کند. البته در پی خروج آمریکا در اردیبهشت ۱۳۹۷ از برجام و افزایش قیمت ارز (خصوصاً دلار) به همراه تأخیر در پرداخت برق تجدیدپذیر خریداری شده باعث وارد شدن شوک به بازار انرژی‌های تجدیدپذیر و خروج سرمایه‌گذاران خارجی و تردید سرمایه‌گذاران داخلی در این حوزه شد (مصاحبه‌شونده‌های ۱۰ و ۱۵).

٤-۳-۲ شبکه‌سازی

ابلاغ نرخ جدید خرید تضمینی برق تجدیدپذیر و هم‌زمانی این موضوع با برجام باعث سرمایه‌گذاری خارجی ٣٤ میلیون دلاری در زمینه احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک در ایران شد که به گفته اغلب خبرگان این موضوع باعث ورود تعداد زیادی شرکت خدماتی خصوصی در زمینه طراحی و اجرای نیروگاه‌های فتوولتائیک و همچنین شرکت‌های تولیدی خصوصی در زمینه تولید پنل‌های فتوولتائیک به این حوزه شد (مصاحبه‌شونده ١٦). با ورود شرکت‌های خدماتی و تولیدی به فناوری فتوولتائیک و رونق گرفتن بازار انرژی‌های تجدیدپذیر، نهادهایی همچون صندوق پژوهش و فناوری صنعت برق و انرژی و مراکز رشد پژوهشگاه نیرو به منظور حمایت از کسب‌وکارهای نوپا شکل گرفتند. علاوه براین، پارک‌های علم و فناوری که در دوره دوم شکل گرفته بودند در این دوره فعالیت و حمایت‌های خود را از کسب‌وکارهای

www.SID.ir

Archive of SID

نوپا گسترش دادند. همچنین مراکز نوآوری به منظور حمایت از کسب‌وکارهای نوپا در مراحل ابتدایی شکل گرفتند. در سال ۱۳۹۵ مرکز تحقیقات انرژی‌های نوین تجدیدپذیر با هدف اجرای طرح‌های پایلوت و طراحی و ساخت قطعات و دستگاه‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر در دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند ایجاد شد.

٤-۳-۳ یادگیری

همانگونه که بیان شد، ابلاغ نرخ جدید خرید تضمینی برق تجدیدپذیر تقریباً ۲ تا ۳ برابر تعرفه‌های خرید سایر کشورها بود [۳۲]. هم‌زمانی این موضوع با توافق برجام، سرمایه‌گذاران خارجی را به بخش انرژی‌های تجدیدپذیر ایران علاقه‌مند نمود [۳۳] و منجر به افتتاح نیروگاه‌های فتوولتائیک با سرمایه‌گذاری کشورهای اروپایی از جمله آلمان، یونان و سوئیس شد (مصاحبه‌شونده ١٤). احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک متصل به شبکه توسط سرمایه‌گذاران خارجی باعث همکاری تیم‌های ایرانی و خارجی در طراحی و احداث این نیروگاه‌ها شد که در نتیجه باعث افزایش دانش و مهارت‌های تیم‌های ایرانی درگیر در این پروژه‌ها شد. همچنین با ابلاغ دستورالعمل حمایت از بومی‌سازی فناوری نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک توسط وزارت نیرو و تلاش شرکت‌های تولیدکننده پنل‌های فتوولتائیک برای دریافت شرایط لازم برای برخورداری از این حمایت‌های این ابلاغیه بر دانش و مهارت‌های این شرکت‌ها نیز افزوده شد. البته در این دوره شرکت‌های خدماتی خصوصی با شرکت در دوره‌های آموزشی بین‌المللی در زمینه نصب و اجرا نیروگاه‌های فتوولتائیک و همچنین بازدید شرکت‌های تولیدی از خطوط تولید سلول و پنل فتوولتائیک در چین بر دانش و مهارت‌های خود افزودند (مصاحبه‌شونده ۱۲).

در جدول ۱ شمای کلی از تأثیر رویدادهای مهم بر فرآیندهای داخلی کنام فتوولتائیک بر اساس نظر خبرگان نشان داده شده است. علامت (+) در هر سازوکار نشان‌دهنده تأثیر مثبت و علامت (-) نشان‌دهنده تأثیر منفی می‌باشد.

۵- یافته‌ها

خط سیر کنام‌های فناورانه معمولاً دارای تاریخچه‌های ۳۰ تا ٤٠ سال هستند و فرآیند غیرخطی و پر فراز و نشیبی را طی کرده‌اند. در قسمت یافته‌ها به تفکیک دوره‌های سه‌گانه درباره تعاملات داخلی کنام (انتظارات، شبکه‌سازی و یادگیری) و نقش هر یک در توسعه کنام فناورانه فتوولتائیک بحث و بیان شد که انتظارات درباره فناوری فتوولتائیک چگونه در طی سه دهه تطور پیدا کرده است. سهم برق فتوولتائیک متصل به شبکه که در دوره اول تقریباً صفر بوده است مطابق جدول ۲ در سال ۹٦ به ۱۸۷ مگاوات و با رشد حدود ٦١ درصدی در سال ۹۷ که بیشترین ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک را به خود اختصاص داده، به ۳۰۲ مگاوات، و تا بهمن ماه سال ۱۳۹۸ این مقدار به ۳۸۰ مگاوات رسیده است [٣٤]. در سال ۲۰۱۸ چین و آمریکا به ترتیب با ۱۷۵۰۳۲ و ٥١٤٥٩ مگاوات بیشترین ظرفیت نیروگاه‌های فتوولتائیک در دنیا را به خود اختصاص داده‌اند [۳۵]. توسعه کنام فناورانه فتوولتائیک و بهره‌برداری از آن در قالب نیروگاه‌های فتوولتائیک در طی بیش از ۲۸ سال گذشته تحت تأثیر رخدادها، سیاست‌ها و قوانین، محیط کلان اقتصادی و سیاسی ایران و جهان، شبکه‌ها و فرآیند یادگیری بوده است که در ادامه به آن خواهیم پرداخت.

خط سیر کنام‌های فناورانه معمولاً با انتظارات اولیه‌ای آغاز می‌شود و سپس رشد می‌کنند. برای مثال انتظارات درباره کنام فناورانه فتوولتائیک در هلند از اوایل دهه ۱۹۹۰ آغاز و در اواخر آن به اوج می‌رسد و از اوایل ۲۰۰۵ این انتظارات کاهش می‌یابد [۳٦]. در لبنان نیز انتظارات درباره کنام فناورانه فتوولتائیک از اوایل دهه ۱۹۹۰ آغاز می‌شود و در اواسط دهه ۲۰۰۰ به اوج خود می‌رسد [۳۰]. در ایران نیز انتظارات درباره کنام فناورانه فتوولتائیک از اوایل دهه ۱۳۷۰ آغاز می‌شود و در دهه ۱۳۸۰ رشد می‌کند و در اواسط دهه ۱۳۹۰ به اوج خود می‌رسد و در سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ انتظارات کاهش می‌یابد. در اوایل خط سیر کنام‌های فناورانه معمولاً بازیگران پیشرو با وعده‌هایی که درباره فناوری می‌دهد باعث جلب توجه بازیگران و رشد در سرمایه‌گذاری می‌شوند [٣٦]. سازمان انرژی اتمی ایران به عنوان بازیگر پیشرو در دوره اول با برق‌رسانی به روستاهای صعب‌العبور زیر ۲۰ خانوار به وسیله سیستم فتوولتائیک باعث ایجاد چشم‌اندازهای مثبت میان سایر بازیگران سیاسی و بخش خصوصی شد (مصاحبه‌شونده ۱).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱) تأثیر دورنما و رژیم (از سطوح رویکرد تحلیل چندسطحی گذار) بر فرآیندهای داخلی کنام فتوولتائیک

	دوره‌های سه‌گانه	رویدادهای مهم	فرآیندهای داخلی کنام		
			انتظارات	شبکه‌سازی	یادگیری
دورنما	اول	الحاق دولت ایران به پروتکل کیوتو	+		
	دوم	رشد سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در دنیا	+		
		اجرای مرحله اول هدفمندسازی یارانه‌ها	+		
	سوم	انجام توافق جامع اقدام مشترک بین ایران و گروه ۵+۱ و لغو تحریم‌های اقتصادی، تجاری و صنعتی	+	+	+
		توافق‌نامه محیط زیستی پاریس و پایبندی ایران به کاهش ٤ الی ۱۲ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای	+		
		توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در دنیا و کاهش قیمت آنها	+		
		خروج آمریکا از توافق برجام و بازگشت تحریم‌های اقتصادی و تجاری	−	−	−
		افزایش بی‌سابقه قیمت ارز به خصوص دلار	−	−	−
رژیم	اول	ذکر دستیابی به دانش فنی و فناوری‌های تجدیدپذیر در بند «ب» سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی ابلاغی توسط مقام معظم رهبری	+		
		تصویب ماده ٦۲ قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت توسط مجلس شورای اسلامی	+		
		برق‌رسانی از طریق نیروگاه‌های فتوولتائیک منفصل از شبکه به روستاهای صعب‌العبور	+	+	+
		تأسیس مرکز تحقیقات و کاربرد انرژی‌های نو در سازمان انرژی اتمی	+	+	+
	دوم	تشکیل سانا در وزارت نیرو	+	+	+
		تأسیس ستاد توسعه فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر در معاونت علمی	+	+	+
		تاکید بر افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سیاست‌ها کلی اصلاح الگوی مصرف	+		
		تصویب و ابلاغ انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان اولویت «الف» علم و فناوری کشور	+		
		فراهم آوردن زمینه تولید تا ۵۰۰۰ مگاوات انرژی تجدیدپذیر در طول برنامه پنجم توسعه	+		
		تصویب و ابلاغ سند ملی توسعه دانش‌بنیان انرژی‌های تجدیدپذیر	+		
		نصب نیروگاه‌های فتوولتائیک در ۲٤ دانشگاه و پژوهشگاه کشور با حمایت معاونت علمی	+		+
		تعریف پژوه‌های تحقیقاتی توسعه فناوری از سوی سانا و ستاد توسعه انرژی تجدیدپذیر	+	+	+
		ادامه برق‌رسانی از طریق نیروگاه‌های فتوولتائیک منفصل از شبکه به روستاهای صعب‌العبور	+	+	+
	سوم	تشکیل ساتبا در وزارت نیرو	+	+	
		احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک جرقویه، مکران و... با سرمایه‌گذاری خارجی	+	+	+
		تدوین سندراهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های مرتبط با انرژی خورشیدی	+		+
		ابلاغ تعرفه‌های جدید و مناسب خرید تضمینی برق تجدیدپذیر	+	+	+
		اعلام سهم ۵۰۰۰ مگاواتی تجدیدپذیرها از سبد انرژی کشور در برنامه ششم توسعه	+		
		از اولویت خارج شدن احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر از حمایت صندوق توسعه ملی	−		
		انجام فعالیت‌های مطالعاتی در دانشگاه شیراز و اصفهان			+

انتظارات حالت پویا[1] دارند و توسط سایر عوامل هدایت می‌شوند. نتایج مثبت آزمایش‌ها و فرآیندهای یادگیری یا بازیگران می‌توانند بر انتظارات در خط سیر فناورانه کنام‌های فناورانه تأثیر بگذارند [۳٦]. بازیگران موجود در شبکه‌ها در صورت داشتن انتظارات و چشم‌انداز مثبت نسبت به فناوری در آزمایش‌های جدید سرمایه‌گذاری (مالی و انسانی) می‌کنند. این چشم‌اندازها به همراه قوانین، مقررات و نهادها، جهت توسعه فناوری را هدایت می‌کنند. آزمایش‌های جدیدی که توسط بازیگران صورت می‌پذیرد، فضا را برای فعالیت‌های

1- Dynamic

www.SID.ir

Archive of SID

جدیدتر را فراهم می‌کند که نتایج این آزمایش‌ها باعث یادگیری بازیگران می‌شود که در نهایت بر روی انتظارات نسبت به فناوری تأثیر می‌گذارد و باعث ورود بازیگران جدید و گسترش شبکه می‌شود [۷].

جدول ۲) ظرفیت نیروگاه‌های فتوولتائیک در کشورهای منتخب (مگاوات) [۳۴و۳۵]

کشور	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸
چین	۲۸۴۰۲	۴۳۵۵۲	۷۷۸۰۲	۱۳۰۸۱۶	**۱۷۵۰۳۲**
آمریکا	۱۶۵۴۵	۲۳۴۴۲	۳۴۸۵۸	۴۳۰۳۱	**۵۱۴۵۹**
هلند	۱۰۴۸	۱۵۱۵	۲۰۴۹	۲۹۰۳	**۴۱۵۰**
کانادا	۱۸۴۳	۲۵۱۷	۲۶۶۱	۲۸۷۳	**۳۱۱۳**
روسیه	۷	۶۲	۷۷	۲۳۶	**۵۴۶**
مالزی	۱۶۶	۲۲۹	۲۷۹	۳۱۷	**۴۳۸**
ایران	۴۳	۱۱۱	۱۸۷	۳۰۲	**۳۸۰**
فنلاند	۱۱	۱۵	۳۵	۷۴	**۱۲۵**
عربستان	۲۴	۷۴	۷۴	۸۹	**۱۳۹**
کویت	۲	۳	۳۱	۳۱	**۳۱**

رشد انتظارات درباره کنام فناورانه فتوولتائیک در ایران به اواسط دهه ۱۳۸۰ باز می‌گردد (مصاحبه‌شونده ۲). که ناشی از سرعت رشد انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های مرتبط با آن در کشورهای مختلف مانند کشورهای اروپایی و برخی از کشورهای آسیایی بود [۳۲]. برای مثال در هلند در واخر دهه ۱۹۹۰ انتظارات نسب به فناوری فتوولتائیک در اوج خود بود [۳۶]. در چین از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۷ بیش از ۴۰ سیاست و قانون جهت حمایت از توسعه فناوری فتوولتائیک وضع شد [۳۷]. همین امر باعث شکل‌گیری انتظارات مثبت در میان برخی از متخصصان و همچنین سیاست‌گذاران در داخل کشور نسبت به فناوری فتوولتائیک شد (مصاحبه‌شونده ۹). در ایران نیز حدود ۲۵ سیاست و قانون در زمینه حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های مرتبط با آن وضع گردید. عمده تمرکز قوانین و سیاست‌ها در دوره دوم حمایت از بومی‌سازی فناوری فتوولتائیک بوده است. برای مثال در سال ۱۳۹۳ سند ملی توسعه دانش‌بنیان انرژی‌های تجدیدپذیر توسط شورای عالی انقلاب فرهنگی تصویب شد.

نوع نگاه سیاست‌گذاران درباره بومی‌سازی فناوری فتوولتائیک در دوره دوم باعث ورود تعداد بیشتر سازمان دانشی (موسسات پژوهشی)، آموزشی (ارائه‌دهندگان آموزش عالی) و میانجی (انجمن‌های علمی و صنفی، پارک علم و فناوری، مراکز رشد و صندوق پژوهش و فناوری) نسب به دوره‌های دیگر شد. فعالیت‌های تحقیقاتی سازمان‌های دانشی همچون پژوهشگاه نیرو و پژوهشگاه مواد و انرژی و حمایت‌های سانا و ستاد توسعه فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر از بومی‌سازی فناوری فتوولتائیک و تعریف پروژه‌های مختلف توسعه فناوری توسط این نهادها با سازمان‌های دانشی و آموزشی باعث ارتقاء دانش و مهارت تیم‌های فعال در این مراکز شد (مصاحبه‌شونده ٤). در بین سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ حداقل ۳٤۵ پروژه تحقیقاتی در زمینه فناوری‌های انرژی خورشیدی توسط سازمان‌های دولتی آمریکا مورد حمایت قرار گرفته‌اند [۳۹].

از اتفاقات مهمی که در دوره سوم باعث رشد انتظارات مثبت نسبت به کنام فناورانه فتوولتائیک در ایران شد را می‌توان ابلاغ نرخ جدید خرید تضمینی برق تجدیدپذیر با تعرفه‌های ۳۲۰۰ تا ۸۰۰۰ ریال برای انرژی خورشیدی دانست. این اعداد تقریباً ۲ تا ۳ برابر تعرفه‌های خرید سایر کشورهاست [۳۲]. وقوع توافق برجام در این دوره [۳۳] و سرمایه‌گذاری خارجی حدود ۳٤ میلیون دلاری در زمینه احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک به گفته اغلب خبرگان این موضوع باعث ورود تعداد زیادی شرکت تولیدی و خدماتی خصوصی به این حوزه شد.

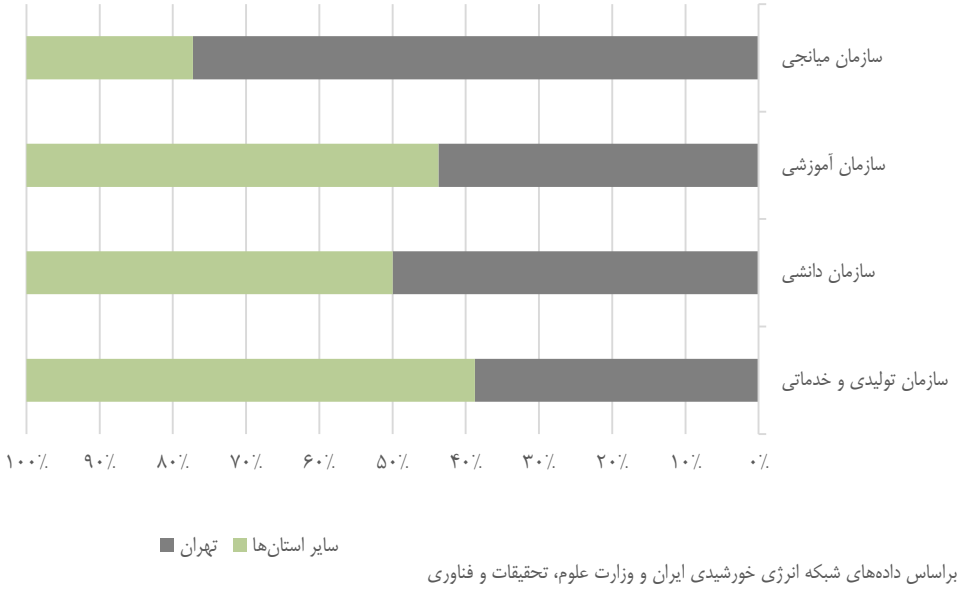
فعالیت شرکت‌های تولیدی و خدماتی در کنار سازمان‌های میانجی، دانشی و آموزشی (شکل ٦) باعث ارتقاء دانش و مهارت‌های تیم‌های محلی درگیر فناوری فتوولتائیک و افزایش یادگیری گردید. فعالیت شرکت‌های خدماتی و تولیدی در خراسان رضوی، اصفهان، بوشهر، آذربایجان شرقی، همدان، اردبیل، گلستان، مازندران، قم و ... باعث ارتقاء یادگیری در سراسر ایران شد. علاوه بر این، فعالیت‌های سازمان‌های آموزشی و جذب دانشجویان توسط دانشگاه‌های صنعتی قم، سهند تبریز، اصفهان، شاهرود، صنعتی ارومیه و سایر دانشگاه‌ها نیز باعث آشنایی بسیاری از دانشجویان در سراسر ایران با فناوری فتوولتائیک گردید (شکل ۷).

گسترش شبکه بازیگران کنام فناورانه فتوولتائیک باعث اثرگذاری بر انتظارات و ارتقاء آن نیز می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ٦) تعداد سازمان‌های دانشی، آموزشی و میانجی وارده در زمینه فناوری فتوولتائیک در بازه زمانی سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ [۳۸]



شکل ۷) پراکندگی سازمان‌های میانجی، آموزشی، دانشی، تولیدی و خدماتی در زمینه فناوری فتوولتائیک در ایران [۳۸و٤۰]

چشم‌انداز مثبت ایجادشده در بین سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹٦ در اثر سرمایه‌گذاری‌های خارجی در زمینه احداث نیروگاه فتوولتائیک و ورود شرکت‌های تولیدی و خدماتی خصوصی باعث جهش در انتظارات درباره کنام فناورانه فتوولتائیک شد که البته با خروج آمریکا در اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ از برجام و مشکلات ناشی از بازگشت تحریم‌های اقتصادی، تجاری و صنعتی بین‌المللی و همچنین افزایش قیمت ارز (خصوصاً دلار) به همراه تأخیر در پرداخت خرید برق تجدید، به بازار انرژی‌های تجدیدپذیر شوک وارد کرد و موجب خروج سرمایه‌گذاران خارجی و تردید سرمایه‌گذاران داخلی در سرمایه‌گذاری جدید در این حوزه شد (مصاحبه‌شونده‌های ۱۰ و ۱۱ و ۱۷). همین موضوع باعث شد که انتظارات درباره کنام فناورانه فتوولتائیک کاهش یابد. و با توجه به ماهیت پویای فرآیندهای داخلی کنام باعث کاهش ورود شرکت‌های خدماتی و تولیدی شد (مصاحبه‌شونده ۱۵).

٦- نتیجه‌گیری و پیشنهادات سیاستی

در این تحقیق مسیر توسعه کنام فناورانه فتوولتائیک در ایران

www.SID.ir

Archive of SID

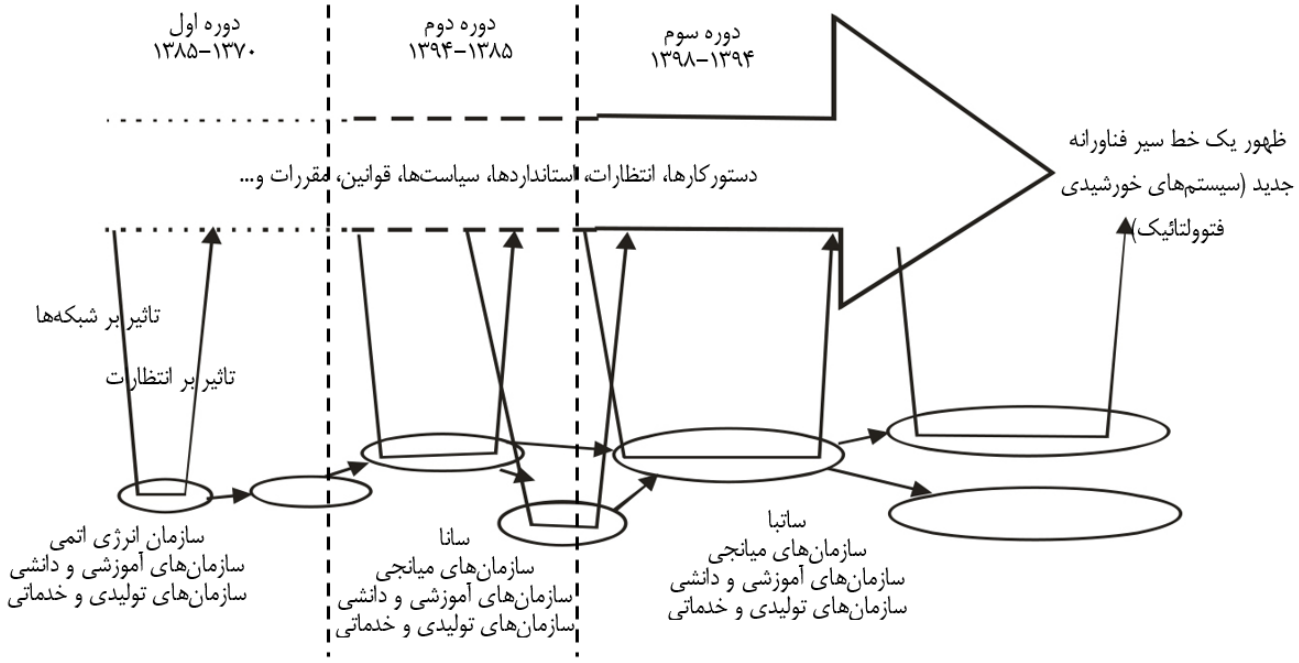
با رویکرد مدیریت راهبردی کنام در سه دوره اصلی بررسی شد (شکل ۸). مصاحبه‌های صورت‌گرفته توسط محققان (داده اولیه) و بررسی اسناد بالادستی، گزارش‌های سیاستی، پروژه‌های تحقیقاتی، مقالات و سایت‌ها (داده ثانویه) نشان می‌دهد که توسعه سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران در بازه زمانی سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ متاثر از محیط کلان اقتصادی و همچنین رخدادهای مختلف بوده است.

در دوره اول (۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵) فعالیت‌های سازمان انرژی اتمی ایران با احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک موجب شکل‌گیری انتظارات مثبت در میان سیاست‌گذاران و مسئولین در سطح ملی شد و در نتیجه با وضع سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی و قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت، کنشگران به سمت توسعه فناوری فتوولتائیک سوق داده شدند. دوره اول را می‌توان دوره شکل‌گیری انتظارات و شبکه‌ها و یادگیری بازیگران درباره فناوری فتوولتائیک در ایران دانست.

دروه دوم (۱۳۸۵ تا ۱۳۹٤) در حالی آغاز شد که با سیاست‌ها و قوانینی که وضع شده بود بازیگران به سمت توسعه فناوری فتوولتائیک سوق داده شده بودند. همچنین سرعت رشد انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های مرتبط با آن در کشورهای مختلف مانند اروپا و برخی کشورهای آسیایی، تقویت نگاه نسبت به فناوری فتوولتائیک راه به همراه داشت که منجر به تعریف پروژه‌های تحقیقاتی مختلف از سوی ستاد توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر، سانا، پژوهشگاه نیرو، پژوهشگاه مواد و انرژی و سایر نهادهای دولتی گردید که متعاقباً موجب گسترش شبکه‌ها و ارتقاء دانش و مهارت بازیگران شد.

دوره پایانی (۱۳۹٤ تا ۱۳۹۸) را می‌توان دوره همگرایی نسبی نگرش‌های سیاست‌گذاران و مسئولین درباره ضرورت و اهمیت انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری فتوولتائیک به صورت خاص، و گسترده و باثبات شدن شبکه‌ها و ارتقاء مهارت‌ها و دانش بازیگران و حرکت به سمت شکل‌دهی به بازار کنام سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک دانست.

به طور کلی اگر چه شواهدی همچون رشد انتظارات، گسترده‌تر شبکه ذینفعان، افزایش سطح یادگیری در میان بازیگران فعال در حوزه فتوولتائیک و همچنین افزایش وضع قوانین و سیاست‌های حمایتی در جهت توسعه کنام فتوولتائیک در بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ مشاهده می‌شود اما با این حال توسعه کنام فناورانه فتوولتائیک در ایران با چالش‌هایی روبرو است که عمده‌ترین آنها بر اساس یافته‌های نویسندگان به شرح جدول ۳ می‌باشند. همچنین به منظور فراهم کردن دلالت‌های سیاستی برای ذینفعان در صنعت فتوولتائیک طبق جدول ٤ پیشنهادات سیاستی مرتبط با هر فرآیند داخلی کنام تجویز شده است.



شکل ۸) مسیر توسعه کنام فناورانه فتوولتائیک در ایران (یافته‌های محققان بر اساس الگوی [۵و۷])

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳) عمده چالش‌های پیش روی توسعه کنام فناورانه فتوولتائیک در ایران به تفکیک فرآیندهای داخلی کنام

چالش‌ها	فرآیندهای داخلی کنام		
	انتظارات	شبکه‌سازی	یادگیری
تخصیص یارانه‌های مستقیم و پنهان دولتی به انرژی‌های فسیلی	✓	✓	
آگاهی عمومی پائین نسبت به انرژی‌های تجدیدپذیر	✓		✓
عدم ثبات اقتصادی و ریسک بالای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر	✓	✓	
عدم حمایت هدفمند از پروژه‌های تحقیقاتی در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر و خورشیدی			✓
فقدان نشریات با کیفیت بالا و تخصصی در حوزه فتوولتائیک برای انتشار آخرین دستاوردهای علمی و صنعتی			✓
شکل‌گیری زیرساخت‌های توسعه فناوری در بخش انرژی حول انرژی‌های فسیلی			✓
فرآیند طولانی اخذ مجوزهای لازم به منظور احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک	✓	✓	
وجود لابی و گروه‌های فشار در فرآیندهای سیاست‌گذاری با هدف حمایت از انرژی‌های فسیلی	✓		
عدم وجود زیرساخت‌های آزمایشگاهی مرجع در زمینه فناوری فتوولتائیک			✓

جدول ٤) پیشنهادات سیاستی بر اساس یافته‌ها و به تفکیک فرآیندهای داخلی کنام (بر اساس الگوی [۲٤])

پیشنهادات	فرآیندهای داخلی کنام		
	انتظارات	شبکه‌سازی	یادگیری
اعطاء پژوهانه‌های تحقیقاتی هدفمند جهت حمایت از توسعه کنام فتوولتائیک			✓
تسهیل اعطاء مجوزهای راه‌اندازی کسب‌وکارها و نیروگاه‌های فتوولتائیک		✓	
توسعه و اختصاص امکانات پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد به شرکت‌های طراحی و ساخت محصولات و تجهیزات فتوولتائیک		✓	✓
حمایت از برگزاری نمایشگاه‌ها و فن‌بازارهای تخصصی ملی و بین‌المللی در حوزه فتوولتائیک و ارائه آخرین دستاوردها	✓	✓	✓
حمایت از انتشار نشریه تخصصی در زمینه آخرین دستاوردهای علمی و صنعتی مرتبط با کاربردهای فتوولتائیک	✓		✓
حمایت از همکاری و تعریف پژوهای تحقیقاتی مشترک در زمینه فتوولتائیک میان دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی و بنگاه‌ها		✓	✓
استفاده از سرمایه نهادهای عمومی و جذب سرمایه بخش خصوصی به منظور تأمین مالی احداث نیروگاه‌های فتوولتائیک	✓	✓	✓
ایجاد و توسعه زیرساخت‌های آزمایشگاهی در زمینه فناوری فتوولتائیک			✓
مشوق‌های مالیاتی با هدف حمایت از سرمایه‌گذاری خصوصی در طراحی و ساخت محصولات و تجهیزات فتوولتائیک	✓	✓	
حمایت و توسعه فعالیت‌های ترویجی انجمن‌های علمی و صنفی حامی توسعه فناوری فتوولتائیک	✓		✓
حمایت از ایجاد و توسعه زیرساخت‌های آزمایشگاهی مرجع در زمینه فناوری فوولتائیک			✓

منابع

References

[1] Grübler, A. (1998). **Technology and Global Change.** Cambridge: *Cambridge University Press.*

[2] Ren21. (2017). **Advancing the Global Renewable Energy Transition.** Paris: *France.*

[3] Jäger-Waldau, A. (2019). **PV Status Report 2019.** *Office of the European Union*, Luxembourg.

[4] Bagheri-Moghaddam, N. (2013). **Technological Innovation System Model of Renewable Energies in Iran.** Dissertation for Ph.D, *Allameh Tabataba'i University*. {In Persian}.

[5] Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). **Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects.** *Research Policy*, 41(6), 955-967.

[6] Saghafi, F., & Azadegan-Mehr, M. (2019). **Policy Making for Governance of Technology Transitions: Basics and Theories.** *Journal of Science & Technology Policy*, 11(2), 221-237. {In Persian}.

[7] Geels, F., & Raven, R. (2006). **Non-linearity and expectations in niche-development trajectories: ups and downs in Dutch biogas development (1973–2003).** *Technology Analysis and Strategic Management*, Vol. 18, 375-392.

[8] Dehghan Ashkezari, M. J., Miremadi, T., & Ramezanpour Nargesi, Gh. (2019). **The Assessment of International Sanctions on Photovoltaic Innovation System of Iran.** *Journal of Science & Technology Policy*, 10(4), 63-76. {In Persian}.

[9] Weber, M., Hoogma, R. J. F., Lane, B., & Schot, J. (1999). **Experimenting with Sustainable Transport Technologies. A workbook for Strategic Niche Management.** *University of Twente.* Retrieved from http://purl.tue.nl/573400255309879

[10] Tian, H., & Wang, Z. (2019). **Chinese green process innovation in automotive painting: the strategic niche management perspective.** *International journal of Environmental Science and Technology*, 17, 993–1010.

www.SID.ir

Archive of SID

future research outline. *Eindhoven.*
[26] Raven, R., & Geels, F. (2010). **Socio-cognitive evolution in niche development: Comparative analysis of biogas development in Denmark and the Netherlands (1973-2004).** *Technovation*, 30(2), 87–99.
[27] Yin, R. (2014). **Case Study Research (5th Ed.).** Los Angeles: *Sage Publications.*
[28] Creswell, J. W. (2015). **30 essential skills for the qualitative researcher.** *Sage Publications.*
[29] Krippendorff, K. (2018). **Content analysis: An introduction to its methodology.** *Sage publications.*
[30] Elmustapha, H., Hoppe, T., & Bressers, H. (2018). **Comparing two pathways of strategic niche management in a developing economy; the cases of solar photovoltaic and solar thermal energy market development in Lebanon.** *Journal of Cleaner Production*, 186, 155–167.
[31] Rahimi rad, Z., Yahyazadefar, M., Miremadi, T., & Madhoshi, M. (2018). **Analysis of Photovoltaic Solar System Technological Innovation System in Iran.** *Innovation Management Journal*, 6(4), 1-28. {In Persian}.
[32] Mousavi Dorcheh, S., Ghanei Rad, M., Karimian, H., Zanozi-Zadeh, H., & Bagheri-Moghaddam, N. (2018). **Presenting a Framework for Describing the Technological Transitions Based on the Multilevel Analysis Approach (Case Study: The Transition to Renewable Energy in Iran).** *Journal of Management Improvement*, 12(2), 141-176. {In Persian}.
[33] Khayyatian Yazdi, M., Fartash, K., & Ghorbani, A. (2020). **Historical Analysis of Solar Photovoltaic Technology Development in Iran: An Institutional Approach.** *Journal of Management Improvement*, article in press {In Persian}.
[34] Ministry of Energy. (2020). **Water and electricity statistical reports** [Online]. Available at: http://isn.moe.gov.ir
[35] IRENA. (2019). **Renewable capacity statistics 2019.** *International Renewable Energy Agency (IRENA)*, Abu Dhabi.
[36] Verbong, G., Geels, F., & Raven, R. (2008). **Multi-niche analysis of dynamics and policies in Dutch renewable energy innovation journeys (1970–2006): hype-cycles, closed networks and technology-focused learning.** *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(5), 555-573.
[37] Shubbak, M., (2019). **The technological system of production and innovation: The case of photovoltaic technology in China.** *Research Policy*, 48(4), 993-1015.
[38] Ministry of Science, Research and Technology. (2020). **List of educational, knowledge and intermediary organizations** [Online]. Available at: https://isac.msrt.ir/fa , https://www.msrt.ir/fa
[39] Rusco, F. (2012). **Renewable Energy: Federal Agencies Implement Hundreds of Initiatives.** California: *Createspace Independent Publishing Platform.*
[40] Solarin. (2020). **Database of manufacturing and service organizations in the field of photovoltaic** [Online]. Available at: http://www.solarin.ir/companies.php/categories
[11] Urban, F., Geall, S., & Wang, Y. (2016). **Solar PV and solar water heaters in China: Different pathways to low carbon energy.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 64, 531–542.
[12] Romijn, H., Raven, R., & de Visser, I. (2010). **Biomass energy experiments in rural India: Insights from learning-based development approaches and lessons for Strategic Niche Management.** *Environmental Science and Policy*, 13(4), 326–338.
[13] Kemp, R., Schot, J., & Hoogma, R. (1998). **Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management.** *Technology Analysis & Strategic Management*, 10(2), 175–195.
[14] Xue, Y., You, J., Liang, X., & Liu, H. (2016). **Adopting strategic niche management to evaluate EV demonstration projects in China.** *Sustainability (Switzerland)*, 8(2), 1–20.
[15] Van der Laak, W., Raven, R., & Verbong, G. (2007). **Strategic niche management for biofuels: Analysing past experiments for developing new biofuel policies.** *Energy Policy*, 35(6), 3213–3225.
[16] Opazo, J. (2014). **The politics of system innovation for emerging technologies: Understanding the uptake of off-grid. University of Sussex.** Retrieved from http://sro.sussex.ac.uk/54509/
[17] Sagar, A., & Majumdar, A. (2014). **Facilitating a Sustainability Transition in Developing Countries.** Rio+20 working paper No. 3.
[18] Van Eijck, J., & Romijn, H. (2008). **Prospects for Jatropha biofuels in Tanzania: an analysis with strategic niche management.** *Energy Policy*, 36(1), 311–325.
[19] Ieromonachou, P., Potter, S., & Enoch, M. (2004). **Adapting strategic niche management for evaluating radical transport policies-the case of the Durham Road Access Charging Scheme.** *International Journal of Transport Management*, 2(2), 75–87.
[20] Verbong, G., Geels, FW., & Raven, R. (2008). **Multi-niche analysis of dynamics and policies in Dutch renewable energy innovation journeys (1970–2006): hype-cycles, closed networks and technologyfocused learning technology.** *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(5), 555–573.
[21] Ruggiero, S., Martiskainen, M., & Onkila, T. (2018). **Understanding the scaling-up of community energy niches through strategic niche management theory: insights from Finland.** *Journal of Clean Production*, 170, 581–590.
[22] Geels, F. (2010). **Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective.** *Research Policy*, 39(4), 495–510.
[23] Raven, R. (2005). **Strategic niche management for biomass Eindhoven.** *Technische Universiteit Eindhoven.* https://doi.org/10.6100/IR590593
[24] Schot, J., & Geels, F. (2008). **Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy.** *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(5), 537–554.
[25] Mourik, R., & Raven, R. (2006). **A practioner's view on Strategic Niche Management Towards a**
www.SID.ir