Journal of
Improvement Management
Vol. 14, No. 1, Spring 2020 (Serial 47)

Historical Analysis of Solar Photovoltaic Technology Development in Iran: An Institutional Approach

Mohammad Sadegh Khayyatian Yazdi,[1] Kiarash Fartash[2] ☎ Amir Ghorbani [3]

۱. Asisstant Professor, Institute for Science and Technology Studies, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
2. Asisstant Professor, Institute for Science and Technology Studies, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
3. Msc in Technology Management, Faculty of Management and Accounting, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Abstract:

This paper aims to analyze the historical evolution of solar photovoltaic technology development in Iran with an emphasis on the role of physical and hard Institutions in the period from 1991 to 2020. To this end, while examining the concept of Institution and its implications in the backgrounds and experiences of other countries, we has been analyzed the role of physical (organizations) and hard Institutions (laws, policies, and regulations) in the development of solar photovoltaic technology in Iran during the three main periods of development of this technology. The present study is of applied purpose and qualitative research method. 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 18 experts have been selected and interviewed by the snowball technique. Its temporal territory is between 1991 and 2020, and its spatial territory is Iran. According to the findings of this study, in the first period (1991-2006) the institutional focus was on familiarizing authorities with renewable energies and promoting this energy. While in the second period (2006 to 2015) the institutional focus has been shifted towards supporting the development of solar photovoltaic technology and in the third period (2015 to 2020) the institutional orientation has been directed towards creating a renewable and solar energy market in Iran.

Keywords: Photovoltaic Systems, Solar Technology, Historical Analysis, Institutional Analysis, Iran

☎ Corresponding Author: k_fartash@sbu.ac.ir

تحلیل تطور تاریخی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران: رویکردی نهادی

دوره ۱۴ شماره ۱ (پیاپی ۴۷)
بهار ۱۳۹۹

نوع مقاله: پژوهشی (تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۱۶)

محمدصادق خیاطیان یزدی استادیار پژوهشکده مطالعات بنیادین علم و فناوری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
کیارش فرتاش☎ استادیار پژوهشکده مطالعات بنیادین علم و فناوری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
امیر قربانی کارشناسی ارشد مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

مقاله حاضر با هدف تحلیل تطور تاریخی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران با تاکید بر نقش نهادهای فیزیکی و سخت در بازه زمانی سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ صورت پذیرفته است. به این منظور ضمن بررسی مفهوم نهاد و مصادیق آن در پیشینه و تجارب دیگر کشورها، نقش نهادهای فیزیکی (سازمان‌ها) و سخت (قوانین، سیاست‌ها و مقررات) در توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران در سه دوره اصلی توسعه این فناوری بررسی و تحلیل شده است. پژوهش حاضر از حیث هدف کاربردی و از نظر روش تحقیق کیفی می‌باشد. ابزار گردآوری داده‌ها مصاحبه نیمه‌ساختاریافته و داده‌های ثانویه بوده و روش تحلیل داده‌ها از طریق تحلیل محتوا و کدگذاری محوری می‌باشد. جامعه آماری برای مصاحبه خبرگان دارای تجربه و تخصص در زمینه انرژی خورشیدی در ایران می‌باشد و با تکنیک گلوله برفی، ۱۸ نفر از خبرگان این حوزه انتخاب و مورد مصاحبه قرار گرفته‌اند. قلمرو زمانی آن بین سال‌های ۱۳۷۰ تا سال ۱۳۹۸، و قلمرو مکانی آن کشور ایران می‌باشد. بر اساس یافته‌های این تحقیق، در دوره اول (۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵) تمرکز نهادی بر آشنایی مسئولین با انرژی‌های تجدیدپذیر و ترویج این انرژی بوده است. در حالی که در دوره دوم (۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴) تمرکز نهادی به سمت حمایت از توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک متمایل و متعاقباً و در دوره سوم (۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸) جهت گیری نهادی به سمت ایجاد بازار انرژی‌های تجدیدپذیر و خورشیدی در ایران هدایت شده است.

واژگان کلیدی: سیستم‌های فتوولتائیک، فناوری خورشیدی، تحلیل تاریخی، تحلیل نهادی، ایران

☎ مسئول مکاتبات k_fartash@sbu.ac.ir

۱- مقدمه

تاریخچه توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک به صورت مدرن به سال ۱۹۵۴ و آزمایشگاه‌های بل[1] باز می‌گردد. در این سال‌ها فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک برای استفاده به صورت تجاری هنوز مقرون به صرفه نبود بنابراین هزینه تحقیقات درباره فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک با بودجه دولتی و حمایت ارتش ایالات متحده امریکا با هدف کاربرد سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در فضاپیماها تامین می‌شد (Perlin, 1999). در سال ۱۹۵۸ مرکز تحقیقات نیروی دریایی ارتش ایالات محتده امریکا اولین فضاپیمایی را که از پنل‌ها فتوولتائیک در آن استفاده شده بود را به فضا پرتاپ کرد. بعد از آن ناسا در سال ۱۹۶۴ اولین ماهواره مجهز به پنل‌های فتوولتائیک را به فضا پرتاپ کرد (Tiwari & Dubey, 2009). در سال ۱۹۷۳ با تحریم فروش نفت به ایالات متحده امریکا از سوی کشورهای عربی و به وجود آمدن بحران انرژی در آن کشور، کنگره ایالات متحده در سال ۱۹۷۴ پنج لایحه تصویب کرد که دو مورد از آن‌ها به انرژی خورشیدی به عنوان یک راه‌حل بالقوه برای عبور از بحران انرژی پیش آمده اشاره می‌کرد (Buck, 1982). در پی تصویب لوایح پنج‌گانه در کنگره ایالات متحده، اداره تحقیق و توسعه انرژی[2] با هدف تجاری‌سازی فناوری‌های مرتبط با انرژی خورشیدی شکل گرفت. همچنین کنگره امریکا در سال ۱۹۷۸ مشوق مالیاتی[3] به منظور استفاده عموم مردم از انرژی خورشیدی را به تصویب رساند (Hollick & Sherlock, 2014). از سال ۱۹۵۴ تاکنون دولت ایالات متحده امریکا مشوق‌های بسیاری را در قالب پرداخت یارانه، معافیت‌های مالیاتی، وام و کمک‌های بلاعوض (گرنت) به منظور توسعه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک تخصیص داده است. برای مثال در سال ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ حداقل ۳۴۵ پروژه تحقیقاتی در زمینه انرژی‌های خورشیدی توسط سازمان‌های دولتی امریکا مورد حمایت قرار گرفته‌اند (Rusco, 2012). همچنین تا سال ۲۰۱۶ تقریبا 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 (Ren21, 2017).

در ایران نیز سابقه تحقیقات پیرامون انرژی‌های خورشیدی و فناوری‌های مرتبط با آن از جمله سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک به شیوه کنونی به سال‌های ابتدایی دهه ۱۳۵۰ باز می‌گردد. در سال ۱۳۵۴ وزارت نیرو با همکاری دانشگاه شیراز و دانشگاه صنعتی شریف مطالعات و آزمایش‌هایی را پیرامون سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک آغاز کردند که نتیجه آن استحصال ۲ کیلووات انرژی برق خورشیدی بود (رحیمی‌راد و همکاران، ۱۳۹۶). پس از انقلاب اسلامی ایران و با توجه به شروع جنگ تحمیلی، فعالیت‌ها در این زمینه چشمگیر نبود تا اینکه در دهه ۱۳۶۰، وزارت پست، تلگراف و تلفن

[1] Bell Labs
[2] Energy Research and Development Administration (ERDA)
[3] Residential Energy Credit

برای تامین انرژی دکل‌های آنتن خود از پنل‌های فتوولتائیک وارداتی استفاده کرد که همین موضوع منجر به این شد که در سال ۱۳۶۸ و به سفارش وزارت پست، تلگراف و تلفن، خط تولید مونتاژ پنل‌های فتوولتائیک به ایران وارد شود و شرکت فیبرنوری و برق خورشیدی (هدایت نور یزد) در ایران تاسیس شود (موسوی‌درچه و همکاران، ۱۳۹۷). از آن زمان تاکنون فرآیند توسعه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران مراحل مختلفی را طی کرده است و این تطور متاثر از محیط کلان اقتصادی و سیاسی و همچنین نهادهای مختلف بوده است.

نهادها در تغییرات فناورانه و بروز نوآوری‌های فناورانه نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کنند به همین جهت بسیاری از محققان در مطالعات خود درباره توسعه فناوری بر نقش کلیدی نهادها در پشتیبانی یا محدودسازی از تغییرات تاکید می‌کنند (Perez , 2010). با توجه به اهمیت نهادها در فرآیند توسعه فناوری در جهان و ایران، در این مقاله ما به بررسی سیر تطور تاریخی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران با رویکرد نهادی خواهیم پرداخت. به این منظور ابتدا مفاهیم مرتبط با نهاد بررسی می‌شود، در ادامه نقش نهادها در توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار می‌گیرد. به این منظور ابتدا با به کارگیری روش تحلیل تاریخی و با استفاده از بررسی اسناد بالادستی مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر و خورشیدی و همچنین مصاحبه با خبرگان این حوزه، فهرستی از اتفاقات و رویدادها مهم مرتبط با توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران تهیه شده است. در ادامه با تحلیل رویدادها، نقش نهادها در توسعه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- پیشینه پژوهش

در گذشته دو دیدگاه متفاوت درباره چگونگی توسعه فناوری وجود داشت. به عنوان مثال در بیشتر ادبیات مربوط به کارآفرینی، توسعه و معرفی فناوری‌های جدید به اقدامات فردی و افراد خاص و استثنایی نسب داده شده است (Gartner, 1988) که از درجه آزادی عمل بالایی برخوردار هستند. در مقابل دیدگاه وابستگی به مسیر بر احتمال تطور خط سیر فناورانه به سمت قفل‌شدگی بنابر رخدادهای خارجی تاکید می‌کند و آزادی عمل کمی برای کارآفرینان در نظر می‌گیرد. در عوض بیان می‌کند که مسیر توسعه فناوری‌های جدید یا به طور اتفاقی یا در نتیجه شوک های اقتصادی خارجی ایجاد می‌شوند (Arthur, 1989). مارتین[1] (۲۰۱۰) برای اینکه فراتر از محدویت‌های این دو دیدگاه به توسعه فناوری نگاه کند، رویکرد تطوری به توسعه فناوری را بر می‌گزیند. به نظر او برگزیدن این رویکرد ضروری می‌باشد زیرا بسیاری از تحولات فناورانه در طول تاریخ زمانی رخ داده‌اند که خبری از

[1] Martin

شوک اقتصادی نبوده است یا حتی زمانی که شوک اقتصادی رخ داده است واکنش نسبت به آن در مکان‌های مختلف متفاوت بوده است (Martin, 2010). اما محققانی همچون گیلز[1] (۲۰۰۲) اعتقاد دارند که این رویکردها به توسعه فناوری بسیار محدود هستند و برای توضیح توسعه فناوری باید به بستر وسیعی که فناوری در آن قرار گرفته است، توجه گردد (Geels, 2002). این استدلال توسط مارتین (۲۰۰۸) به روشنی بیان شده است. او بیان می‌کند که تغییرات فناورانه فعالیت‌های اجتماعی-فرهنگی هستند که وابسته به تنظیمات نهادی هستند که توسعه فناوری در آن رخ می‌دهد (Martin, 2008). بنابراین توسعه فناوری‌ها وابسته به نهادها و تحول آن‌هاست. در واقع یک هم‌تکاملی میان توسعه فناوری و نهادها وجود دارد که در مسیر تکامل ممکن است هر دو بر یکدیگر تاثیر مثبت یا منفی بگذارند (Garud & Karnøe, 2001)

محققان در حوزه مطالعات نوآوری از نهادها به عنوان عنصر کلیدی در تغییرات فناورانه نام می‌برند. نهادها همچنین نقش کلیدی در رویکردهای مختلف نوآوری همانند نظام نوآوری بخشی (Malerba, 2004)، سیستم‌های اجتماعی-فنی (Elzen et al, 2004)، نظام ملی نوآوری (Lundvall, 2007)، ، نظام نوآوری منطقه‌ای یا محلی (Moulaert & Sekia, 2003) و نظام نوآوری فناوری‌های خاص (Hekkert et al, 2007) بازی می‌کنند. مطالعات نظام ملی نوآوری سعی در درک انواع ظرفیت‌های فناورانه و الگوهای نوآوری بین کشورها و حتی صنایع دارد. با توجه به این مطالعات، ویژگی‌ها و ساختارهای تنظیمات نهادی دلیل اصلی تفاوت‌های کارکردی در کشورها و بخش‌ها می‌باشد که بر ظرفیت و توانایی آن‌ها بر نوآوری تاثیر می‌گذارد (Balzat & Hanusch, 2004). نهادها به طور کلی به عنوان عامل اصلی توضیح اینکه چرا برخی از فرآیندهای نوآوری در کشورها، مناطق یا بخش‌ها نسب به سایر کشورها، مناطق یا بخش‌ها بهتر رخ می‌دهد، شناخته می‌شوند (Edquist & Borrás, 2014). همچنین نهادها نقش مهمی را در بخش‌ها و صنایع بر عهده دارند. آن‌ها با شایستگی‌های حرفه‌ای، باورهای مشترک فرهنگی، ساختار بازار و یا حتی نهادهای نظارتی در ارتباط هستند (Cooke et al, 1997). علاوه بر این، جاکوبسن و جانسون[2] (۲۰۰۰) از شکست‌های نهادی به عنوان یک عامل کلیدی مانع توسعه و انتشار فناوری یاد می‌کنند (Jacobsson & Johnson, 2000).

نلسون[3] (۱۹۹۳) نهاد را به عنوان قوانین، سازمان‌های آموزشی، تامین مالی و چارچوب‌های تحقیقاتی که در سطوح ملی متفاوت هستند می‌داند که اساس نظام ملی نوآوری را شکل می‌دهد (Nelson, 1993). در مقابل ادکوئیست و جانسون[4] (۱۹۹۷) نهادها را به عنوان الگوهای رفتاری مانند روتین‌ها، هنجارها، انتظارات مشترک و اخلاق تعریف می‌کنند (Edquist & Johnson, 1997). با این

[1] Geels
[2] Jacobsson & Johnson
[3] Nelson
[4] Edquist & Johnson

وجود دیدگاه دیگری از لوندوال و ماسکل[1] (۲۰۰۰) وجود دارد که بیان می‌کند که نهادها با حل مشکلات خاص تولید از طریق فرآیند یادگیری توسعه پیدا می‌کنند (Lundvall & Maskell, 2000). نلسون (۲۰۰۸) نهاد را نحوه انجام فعالیت‌ها می‌داند و فعالیت بنگاه‌ها، الگوی همکاری و رقابت میان آن‌ها، تعامل صنعت و دانشگاه، مالکیت فکری، سیاست‌ها و نقش جوامع فنی مثال‌هایی از نهاد می‌باشند (Nelson, 2008). با وجود تعاریف گسترده درباره نهادها اما این توافق میان محققان وجود دارد که تغییرات فناورانه نیازمند تغییر در نهادهای مکمل است که شاید حتی فناوری‌های جدید توسط نهادهای موجود حمایت نشوند اما به وجود نهادها برای تغییرات فناورانه نیاز است (Freeman & Pérez, 2008). بنابراین در اکثر ادبیات مربوط به توسعه فناوری بر نقش کلیدی نهادها در پشتیبانی یا محدودسازی از تغییرات فناورانه تاکید می‌شود (Perez , 2010).

نورث[2] (۱۹۹۱) نهادها را در سه دسته طبقه‌بندی می‌کند: ۱) نهادهای غیررسمی (مجازات‌ها، تابوها، آداب و رسوم و هنجارها. ۲) نهادهای رسمی (قوانین، مقررات، حقوق مالکیت) و ۳) نهادهای فیزیکی (گروه‌هایی که برای رسیدن به یک هدف مشترک فعالیت می‌کنند (North, 1991). وایزورک و هکرت (۲۰۱۲) نهادها را در دو دسته طبقه‌بندی کرده‌اند: ۱) نهادهای نرم (آداب و رسوم، روتین‌ها، سنت‌ها، انتظارات و هنجارها) و ۲) نهادهای سخت (قوانین، مقررات و دستورالعمل‌ها (Wieczorek & Hekkert, 2012). تمرکز مقاله حاضر بر نهادهای فیزیکی و نهادهای سخت می‌باشد که به مهم‌ترین مصادیق آن‌ها در جدول زیر اشاره شده است.

جدول ۱- نهادهای فیزیکی و سخت و مصادیق آن (فرتاش و سعدآبادی، ۱۳۹۸) (North, 1991) (Wieczorek & Hekkert, 2012)

نهاد	مصادیق
نهادهای فیزیکی	• سازمان‌های سیاسی (سیاست‌گذار و تصمیم‌گیر) • سازمان‌های اداری (مجری سیاست‌ها و تصمیمات سیاستی) • سازمان‌های تنظیمی (مسئول تدوین استانداردها و قوانین) • سازمان‌های آموزشی (ارائه‌دهنده آموزش عالی، عمومی و حرفه‌ای) • سازمان‌های دانشی (موسسات پژوهشی) • سازمان‌های تولیدی و خدماتی (بنگاه‌ها) • سازمان‌های میانجی (پارک علم و فناوری، انجمن‌ها و...)
نهادهای سخت	• قوانین • مقررات • سیاست‌ها

[1] Lundvall & Maskell
[2] North

امانکواه-آموا و سرپونگ[1] (۲۰۱۶) عوامل فنی، نهادی و اقتصادی را مانع توسعه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در غنا می‌دانند. به عقیده آن‌ها عدم وجود سازمان‌های تولیدی بزرگ برای ایجاد یک صنعت پر رونق و عدم سیاست‌گذاری مناسب از سوی سازمان‌های سیاسی در حوزه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک از موانع نهادی بر سر توسعه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در غنا بوده است (Amankwah-Amoah & Sarpong, 2016). همچنین وابستگی به نیروگاه‌های برق‌آبی در کشور اتیوپی باعث عدم توجه سازمان‌های سیاسی به سایر انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی در این کشور شده است. علاوه بر این، عدم وجود سازمان‌های تولیدی خصوصی در زمینه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در اتیوپی از دیگر دلایل عدم توسعه این فناوری در اتیوپی می‌باشد (Kebede & Mitsufuji, 2017). پیلوت و همکاران[2] (۲۰۱۹) عدم وجود سازمان‌های دانشی در کشورهای آفریقای سیاه[3] را باعث وابستگی این کشورها به کشورهای شمال آفریقا در زمینه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک می‌دانند و بیان می‌کنند که توسعه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در کشورهای آفریقای سیاه نیازمند حمایت سازمان‌های بین‌المللی از این کشورها می‌باشد (Pillot et al, 2019) . در مقابل، شوبک[4] (۲۰۱۹) یکی از دلایل مهم توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در چین را سیاست‌ها و قوانینی می‌داند که سازمان‌های سیاسی از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۷ در این کشور وضع کرده‌اند. به عقیده او وجود سازمان‌های تولیدی موفق در زمینه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در چین یکی از دلایل حمایت‌های سازمان‌های سیاسی از این صنعت در چین می‌باشد (Shubbak, 2019). همچنین از وضع تعرفه‌های خرید تضمینی برق برای سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در آلمان می‌توان به عنوان یک مثال خوب در زمینه یادگیری نهادهای سیاسی در فرآیند سیاست‌گذاری نام برد (Hoppmann et al, 2014). در مقابل، تغییر غیرمنتظره در سیاست‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر توسط سازمان‌های سیاسی باعث نوعی عدم اطمینان بین سازمان‌های تولیدی درباره حمایت دولت از این بخش شده است و همین موضوع سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در این حوزه را با دشواری همراه کرده است (White et al, 2013). همچنین یکی از دلایل عدم توسعه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در کشور لبنان عدم همکاری میان نهادهای سیاسی در این حوزه می‌باشد (El Mustapha et al, 2018).

جدول۲- جمع بندی پیشینه تحقیق (بر اساس جمع بندی نویسندگان)

[1] Amankwah-Amoah & Sarpong
[2] Pillot et al
[3] اصطلاحی است که برای کشورهای جنوب صحرای بزرگ آفریقا به‌کار می‌رود.
[4] Shubbak

نویسنده	کشور	حوزه	خلاصه نتایج
(Pillot et al, 2019)	آفریقای سیاه	فتوولتائیک	عدم وجود سازمان‌های دانشی در کشورهای آفریقای سیاه را باعث وابستگی این کشورها به کشورهای شمال آفریقا در زمینه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک شده است.
(Shubbak, 2019)	چین	فتوولتائیک	یکی از دلایل مهم توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در چین سیاست‌ها و قوانینی می‌باشد که سازمان‌های سیاسی از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۷ در این کشور وضع کرده‌اند. همچنین وجود سازمان‌های تولیدی موفق در زمینه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در چین یکی از دلایل حمایت‌های سازمان‌های سیاسی از این صنعت در چین می‌باشد.
(El Mustapha et al, 2018)	لبنان	فتوولتائیک	یکی از دلایل عدم توسعه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در کشور لبنان عدم مشارکت میان نهادهای سیاسی در این حوزه می‌باشد
(Kebede & Mitsufuji, 2017)	اتیوپی	فتوولتائیک	وابستگی به نیروگاه‌های برق‌آبی در کشور اتیوپی باعث عدم توجه سازمان‌های سیاسی به سایر انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی در این کشور شده است. علاوه بر این، عدم وجود سازمان‌های تولیدی خصوصی در زمینه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در اتیوپی از دیگر دلایل عدم توسعه این فناوری در اتیوپی می‌باشد.
(Amankwah-Amoah & Sarpong, 2016)	غنا	فتوولتائیک	عدم وجود سازمان‌های تولیدی بزرگ برای ایجاد یک صنعت پر رونق و عدم سیاست‌گذاری مناسب از سوی سازمان‌های سیاسی در حوزه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک از موانع نهادی بر سر توسعه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در غنا بوده است.
(Hoppmann et al, 2014)	آلمان	فتوولتائیک	وضع تعرفه‌های خرید تضمینی برق برای سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در آلمان را می‌توان به عنوان یک مثال خوب در زمینه یادگیری نهادهای سیاسی در فرآیند سیاست‌گذاری نام برد.
(White et al, 2013)	سوئد	انرژی تجدیدپذیر	تغییر غیرمنتظره در سیاست‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر توسط سازمان‌های سیاسی باعث نوعی عدم اطمینان بین سازمان‌های تولیدی درباره حمایت دولت از این بخش شده است و همین موضوع سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در این حوزه را با دشواری همراه کرده است

در مجموع و با کنار هم قرار دادن مطالعات مختلف هرچند در مقالات تئوریک مانند نورث (۱۹۹۱) و مالربا (۲۰۰۴) بر اهمیت نهادهای غیررسمی یا نرم در کنار نهادهای فیزیکی و سخت تاکید

شده است اما در کارهایی که به صورت عملی در این زمینه صورت گرفته است مانند آل مصطفی و همکاران[1] (۲۰۱۸)، شوبک (۲۰۱۹)، کبده و میتسوفوجی[2] (۲۰۱۷) و وایت و همکاران[3] (۲۰۱۳) تمرکز خود را بر نهادهای فیزیکی و سخت گذاشته‌اند. علت این امر هم تا حدودی بسیار واضح است چرا که اولا سنجش تاثیرات نهادهای غیررسمی (مانند ارزش‌ها، رسوم، فرهنگ و...) بر فعالیت‌های نوآورانه و توسعه فناوری، سخت و پیچیده است و ثانیا، امکان تجویز و تغییر برای این نوع نهادها یا وجود نداشته و یا در دراز مدت قابل حصول است (قاضی‌نوری و همکاران، ۱۳۹۷). از این رو، در مقاله حاضر نیز تمرکز بر بررسی نهادهای فیزیکی و سخت خواهد بود.

۳- روش‌شناسی

این تحقیق از حیث نوع کاربردی، استراتژی آن مطالعه موردی و ار منظر هدف توصیفی می‌باشد. رویکرد این تحقیق تحلیل تاریخی وقایع و رویکردها با روش تحقیق کیفی می‌باشد. تجزیه و تحلیل تاریخی وقایع یک مبنای مفهومی و عملی برای جمع‌آوری و تحلیل سیستماتیک داده‌های تاریخی کیفی است. تاکنون تعدادی از محققان از این روش برای تحلیل فرآیند تاریخی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در کشورهای مختلف استفاده کرده‌اند (Shubbak, 2019) (Kebede & Mitsufuji, 2017) (El Mustapha et al, 2018). در این پژوهش به منظور گردآوری داده‌ها از داده‌های اولیه و ثانویه استفاده شده است. ابتدا محققان منابع ثانویه (اسنادبالادستی، گزارش‌های سیاستی، پروژه‌های تحقیقاتی، مقالات و سایت‌ها) را بررسی کرده و اطلاعات اولیه‌ای را فراهم کرده‌اند و سپس با خبرگان حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر و خورشیدی که در مورد توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران آگاهی داشتند به صورت نیمه‌ساختاریافته به طور متوسط ۶۰ دقیقه مصاحبه صورت گرفت و متن مصاحبه‌ها پیاده شد. سوال های اصلی تحقیق از خبرگان عبارتند از:

- سیر تحول تاریخی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ در ایران چگونه بوده است؟
- مهم‌ترین رخدادهای مرتبط با توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ کدامند؟
- مهم‌ترین نهادهای سیاسی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ کدامند؟

[1] El Mustapha et al
[2] Kebede & Mitsufuji
[3] White et al

- هر یک از نهادهای سیاسی چه نقشی (سازمان سیاسی، اداری، تنظیمی، آموزشی، دانشی، میانجی و تولیدی و خدماتی) را در توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ دارا بوده‌اند؟
- مهم‌ترین نهادهای سخت توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ کدامند؟

جدول۳- لیست مصاحبه‌شوندگان

ردیف	مصاحبه‌شونده	سابقه‌کاری در انرژی‌های تجدیدپذیر	تاریخ مصاحبه
۱	مدیرسابق دفتر تحقیقات و فناوری‌های نو سانا	۲۵ سال	۱۳۹۸/۱۰/۰۸
۲	معاون سابق برنامه‌ریزی و توسعه سانا	۲۴ سال	۱۳۹۸/۰۹/۲۴
۳	هیات علمی دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی دانشگاه شهید بهشتی	۲۴ سال	۱۳۹۸/۱۰/۰۹
۴	کارشناس دفتر تدوین استانداردها و مقررات فنی ساتبا	۲۲ سال	۱۳۹۸/۰۹/۲۴
۵	هیات علمی دانشکده مهندسی انرژی دانشگاه صنعتی شریف	۱۹ سال	۱۳۹۸/۱۰/۰۹
۶	مشاور مرکز توسعه فناوری انرژی‌های خورشیدی پژوهشگاه نیرو	۱۹ سال	۱۳۹۸/۱۰/۰۸
۷	مدیر گروه آینده‌نگاری پژوهشکده سیاست‌گذاری آیندگان	۱۳ سال	۱۳۹۸/۰۹/۱۱
۸	مدیرعامل انجمن انرژی‌های تجدیدپذیر ایران	۱۳ سال	۱۳۹۸/۰۹/۲۶
۹	کارشناس مرکز همکاری‌های تحول و پیشرفت	۹ سال	۱۳۹۸/۰۹/۳۰
۱۰	کارشناس سازمان برنامه و بودجه کشور	۹ سال	۱۳۹۸/۰۹/۱۶
۱۱	مدیرعامل شرکت راهبرد انرژی‌های خورشیدی و تجدیدپذیر ایرانیان	۸ سال	۱۳۹۸/۰۹/۲۷
۱۲	کارشناس انجمن انرژی‌های خورشیدی	۷ سال	۱۳۹۸/۱۰/۰۷
۱۳	کارشناس پژوهشی گروه انرژی‌های تجدیدپذیر پژوهشگاه نیرو	۷ سال	۱۳۹۸/۱۰/۰۸
۱۴	مدیرعامل شرکت سولار گستر شهران	۷ سال	۱۳۹۸/۰۹/۰۵
۱۵	مدیر عامل شرکت سولار انرژی آوان	۷ سال	۱۳۹۸/۰۹/۰۷
۱۶	مشاور مرکز توسعه شبکه هوشمند آب، برق و انرژی پژوهشگاه نیرو	۶ سال	۱۳۹۸/۱۰/۰۶
۱۷	معاون برق و نیروی ستاد توسعه فناوری‌های حوزه انرژی	۶ سال	۱۳۹۸/۰۹/۳۰
۱۸	کارشناس معاونت سیاست‌گذاری و توسعه معاونت علمی و فناوری	۶ سال	۱۳۹۸/۰۹/۲۰

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 شده و از خبرگان در انتهای هر مصاحبه درخواست شد از میان افرادی که با تاریخچه توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی

فتوولتائیک در ایران و نهادهای مرتبط با آن آشنایی کافی دارند، فرد/ افرادی مناسبی را در صورت اطلاع به محققان معرفی کنند. نمونه‌گیری و مصاحبه تا زمانی ادامه پیدا کرد که فرآیند تجزیه و تحلیل توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک به اشباع رسید. پس از مصاحبه ۱۳ام پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که به علت تکراری شدن اطلاعات نیازی به مصاحبه بیشتر نیست اما برای اطمینان بیشتر مصاحبه تا نفر ۱۸ ادامه پیدا کرد. پس از مصاحبه با خبرگان، پاسخ‌های آن‌ها پیاده سازی گردید و فرآیند تحلیل محتوای مصاحبه‌ها صورت گرفت. متن مصاحبه‌ها بعد از بررسی و بازخوانی دقیق توسط محققان کدگذاری و براساس فرآیند توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران و نقش نهادها برچسب‌گذاری و در نهایت براساس چارچوب پژوهش (رویکرد نهادی) تحلیل شدند.

اجزای رویکرد تحلیل نهادی (نهادهای فیزیکی و سخت) تم‌های تحلیل مقاله حاضر محسوب می‌شوند. علاوه بر تحلیل محتوا مصاحبه‌ها (داده‌های اولیه)، متون اسناد، گزارش‌ها و تحلیل‌های (داده‌های ثانویه) مرتبط با توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی، و نیز هر مطالب دارای دلالت بر نقش یکی اجزاء رویکرد نهادی (تم‌های تحلیلی) با قید منبع دلالت جمع‌آوری و تحلیل شده‌اند. کدهای مورد استفاده جهت شناسایی هر تم، کلمات یا عبارات دارای دلالت مستقیم بر مصادیق رویکرد نهادی می‌باشند. برای مثال در تم نهادهای سخت، تمام عبارات و کلماتی که دلالت بر قوانین، مقررات و سیاست‌ها داشتند مانند "لایحه ..."، "سند ..."، "دستورالعمل ..."، "قانون ..." و "ابلاغیه ..." کدهای مورد استفاده بودند.

در پژوهش‌های کیفی طبق مطالعات کخ[1] (۲۰۰۶) روایی دارای سه بخش درونی، سازه‌ای و بیرونی می‌باشد. در بخش درونی: قبل از انجام مصاحبه مفاهیم درونی موضوع که مورد بررسی قرار گرفته بودند (نهادها و مصادیق آن) به طور کامل برای مصاحبه‌شونده تشریح شده است، بخش سازه‌ای: قبل از انجام مصاحبه، چارچوب اولیه‌ای برگرفته از مطالعات مبنا برای مطالعه مورد نظر تهیه شده است؛ بخش بیرونی: سوالات پرسیده شده طوری تنظیم شده بودند که وابسته به تخصص فرد مصاحبه‌شونده بود (Koch, 2006). علاوه بر این به طور همزمان از مشارکت‌کنندگان در تحلیل و تفسیر داده‌ها کمک گرفته شده است. برای پایایی تحقیق نیز پروتکل مصاحبه و نیز پروتکل تحلیل و کدگذاری داده‌ها تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. به علاوه سعی شد از هر خبره سوالات مرتبط با حوزه تخصصی آن‌ها پرسیده شود (El Mustapha et al, 2018). پروتکل مصاحبه‌ها بر مبنای سه محور تنظیم شده‌اند. محور اول: جستجویی برای فهم سیر تکامل تاریخی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران؛ محور دوم: شناختی از رخدادهای مهم مرتبط با توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران؛ محور سوم: شناختی از نهادهای فیزیکی و سخت و نقش

[1] Koch

هر یک در توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران. در جلسات مصاحبه نیز تلاش شد مصاحبه‌شونده با اطلاع از محورهای مصاحبه به روایت تاریخی از توسعه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران بپردازد.

۴- یافته‌ها

در ۲۸ سال اخیر، توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران طی مراحل مختلفی تکامل پیدا کرده است. این تکامل متاثر از محیط کلان اقتصادی و ساختار نهادی کشور و همچنین وقایع مهمی بوده که در این سال‌ها رخ داده است. اگرچه تاریخچه پژوهش در زمینه انرژی خورشیدی در ایران به دهه ۱۳۵۰ باز می‌گردد اما بیشتر در قالب فعالیت‌های شخصی و مطالعاتی از جمله تدوین برخی کتب، پایان‌نامه و دیگر فعالیت‌های تحقیقاتی و دانشگاهی (مصاحبه‌شونده ۹). پس از انقلاب اسلامی ایران و با توجه به آغاز جنگ تحمیلی، فعالیت‌ها در این زمینه تا اوایل دهه ۱۳۷۰ چشمگیر نبود و نتیجه خاصی در برنداشت تا به عنوان یک نظام یکپارچه مورد تحلیل قرار گیرد. اولین فعالیت‌های جدی در زمینه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران به سال ۱۳۷۱ و تاسیس شرکت فیبرنوری و برق خورشیدی به عنوان اولین مونتاژکننده پنل‌های فتوولتائیک در ایران باز می‌گردد (موسوی‌درچه و همکاران، ۱۳۹۶) به همین جهت در پژوهش حاضر به منظور بررسی سیر تطور تاریخی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران بازه زمانی سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ در نظر گرفته شده است. در تحقیق حاضر سیر تطور تاریخی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران با تاکید بر رویکرد نهادی به سه دوره تقسیم شده است. گذار از هر یک دوره‌های سه‌گانه همراه با تحولی کلیدی در سازمان سیاسی اصلی متولی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران بوده است.

به منظور شناسایی دوره‌ها ابتدا نویسندگان با مطالعه منابع ثانویه لیستی از رخدادها را استخراج نموده و در مصاحبه با خبرگان رخدادهای دیگری را به آن لیست افزوده یا حذف کردند. نهایتا با ارائه نتایج مصاحبه‌های خبرگان به یکدیگر و با بازبینی مجدد، لیستی از مهم‌ترین رخدادها تهیه شد و در نهایت بر مبنای نظرات خبرگان دوره سه‌گانه که نشان دهنده سیر تطور تاریخی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی در ایران می‌باشد، استخراج شد. 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. در این دوره نقش‌آفرین اصلی سیاست‌گذاری انرژی خورشیدی در ایران سازمان انرژی اتمی می‌باشد که به همراه وزارت جهاد کشاورزی فعالیت‌هایی را در جهت آشنایی سیاست‌گذاران و مسئولین با این حوزه و همچنین تشویق آن‌ها به تخصیص منایع مالی بیشتر برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی می‌نماید. دوره دوم از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۹۴ 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 که متعلق به شرکت مادر تخصصی توانیر است تحویل می‌گردد. و در نهایت دوره سوم از سال ۱۳۹۴ تا سال ۱۳۹۸ می‌باشد که توافق‌نامه برجام بین ایران و گروه ۵+۱ باعث لغو بسیاری از تحریم‌های اقتصادی شد که پای سرمایه‌گذاران خارجی را به بخش انرژی‌های تجدیدپذیر ایران باز کرد. در سال ۱۳۹۵ سانا و سابا با هدف ارتقای بهره‌وری انرژی و استفاده هرچه بیشتر از منابع تجدیدپذیر و پاک با یکدیگر ادغام شدند و ساتبا ایجاد شد و این سازمان در سطح یکی از معاونت‌های وزارت نیرو ارتقا یافت و یکی از مهم‌ترین نقش‌آفرینان سیاست‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی در ایران می‌باشد.

۴-۱- دوره اول: سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵

پس از انقلاب اسلامی ایران در اواخر دهه ۶۰، وزارت پست، تلگراف و تلفن برای تامین انرژی دکل‌های آنتن خود از پنل‌های فتوولتائیک وارداتی استفاده کرد که همین موضوع منجر به این شد که در سال ۱۳۶۸ و به سفارش وزارت پست، تلگراف و تلفن، خط تولید مونتاژ پنل‌های فتوولتائیک به ایران وارد شود و شرکت فیبرنوری و برق خورشیدی (هدایت نور یزد) در ایران تاسیس شود. اما اولین پنل‌های فتوولتائیک ایرانی در سال ۱۳۷۱ توسط این شرکت و با استفاده از فناوری کشور آلمان با ظرفیت ۳ مگاوات در تهران ساخته شد[۱]. علاوه براین، سازمان انرژی اتمی ماموریت یافت که در این زمینه به تحقیق و توسعه بپردازد (موسوی‌درچه و همکاران، ۱۳۹۶). در همین راستا، مرکز تحقیقات و کاربرد انرژی‌های نو در سازمان انرژی اتمی ایران شکل گرفت. همچنین مطالعاتی در زمینه شناسایی پتانسیل‌های انرژی‌های خورشیدی در آن زمان صورت گرفت (مصاحبه‌شونده ۱۰).

در سال‌های ابتدایی دهه ۷۰ مرکز تحقیقات و کاربرد انرژی‌های نو سازمان انرژی اتمی با تمرکز بر انجام برخی پروژه‌های آزمایشی نظیر ساخت آبگرمکن خورشیدی، ساخت آینه‌های سهموی برای استفاده در نیروگاه‌های خورشیدی به کار خود شتاب بخشید و در سال ۱۳۷۴ دو نیروگاه فتوولتائیک در سمنان و یزد توسط این سازمان به بهره‌برداری رسید (موسوی‌درچه و همکاران، ۱۳۹۷). سازمان انرژی اتمی در آن سال‌ها تلاش داشت با این فعالیت‌ها باعث آشنایی سیاست‌گذاران و مسئولین با این فناوری شود (رحیمی‌راد و همکاران، ۱۳۹۷) و آن‌ها را تشویق به تخصیص منابع مالی بیشتر در این حوزه نماید که این امر نهایتا منجر به تخصیص منابع محدودی برای انجام پروژه‌های کوچک مقیاس شد. همچنین نخستین نیروگاه فتوولتائیک (به صورت منفصل از شبکه) در کشور در سال ۱۳۷۲ با همکاری سازمان انرژی اتمی و جهاد کشاورزی برای تامین برق ۲۰ خانوار در روستای دُربید استان یزد ساخته و راه اندازی شد. (مصاحبه‌شونده ۱۶).

[۱] مراجعه شود به سایت شرکت هدایت نور یزد (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.hedayatenoor.ir

همزمان با مرکز تحقیقات و کاربرد انرژی‌های نو سازمان انرژی اتمی، دفتر انرژی‌های نو در وزارت نیرو شکل گرفت. هرچند تا قبل از این نیز فعالیت‌هایی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر در کمیته تحقیقات وزارت نیرو شکل گرفته بود که در سال ۱۳۷۲ و ۱۳۷۳ به این دفتر منتقل شد و شکل جدی‌تری به خود گرفت. به صورتی که در همان سال، مرکز مطالعات انرژی وابسته به وزارت نیرو شکل گرفت و بخشی از پروژه‌های تعریف شده در دفتر انرژی‌های نو به این بخش واگذار شد. همچنین در این دوره در سال ۱۳۸۱، سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) ذیل شرکت مادر تخصصی توانیر تاسیس شد. این سازمان غیردولتی وابسته به وزارت نیرو بود و در آن زمان وظیفه تصدی‌گرایانه داشت[۱].

لازم بذکر است که نهادهایی همچون سازمان انرژی اتمی، وزارت جهاد کشاورزی و سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت نیز در این زمینه فعالیت‌هایی را داشته‌اند که به منظور استفاده بهینه و بهره‌برداری موثر از انرژی‌های تجدیدپذیر، مجلس شورای اسلامی در بند (ش) تبصره ۱۲ قانون بودجه سال ۸۳ دولت را موظف به تمرکز کلیه فعالیت‌های مربوط به انرژی‌ها نو در یک دستگاه اجرایی ظرف مدت سه ماه از تصویب قانون مذکور گردانید[۲]. در این راستا شورایعالی اداری در مصوبه‌ای در مورخ ۱۳۸۳/۰۹/۲۸ را که مبنی بر تمرکز انجام کلیه ماموریت‌ها و فعالیت‌های قانونی مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر در وزارت نیرو می‌باشد را ابلاغ و کلیه منابع و اقدامات انجام شده در این خصوص را به سانا منتقل نمود[۳].

در سال ۱۳۷۴ پژوهشگاه مواد و انرژی موفق به ساخت یک نمونه از آینه‌های تخت مخصوص سیستم‌های برج نیرو شد و در سال ۱۳۷۵ نیز شاهد رویدادهایی مانند استفاده از پنل‌های فتوولتائیک برای پمپ‌های آب در مهرشهر، نصب پنل‌های فتوولتائیک در برخی مراکز، ساخت و نصب چراغ‌های خیابانی خورشیدی و تولید سفارشی برخی محصولات مورد نیاز جهت تولید برق از انرژی خورشید در آزمایشگاه الکترونیک صنعتی بودیم (موسوی‌درچه و همکاران، ۱۳۹۷). دو سال بعد، یعنی در سال ۱۳۷۷ گروه پژوهشی انرژی‌های تجدیدپذیر پژوهشگاه نیرو با هدف اجرای پروژه‌های کاربردی در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر در صنعت برق کشور شکل گرفت[۴]. همچنین در سال ۱۳۷۸ پژوهشکده علوم و فناوری انرژی شریف با حمایت دانشگاه صنعتی شریف و شرکت ملی نفت ایران ایجاد شد. گروه فناوری‌های نوین انرژی این پژوهشکده در زمینه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر و نو، سیستم‌های انرژی‌های هیبریدی و سیستم‌های تولید چندگانه، فناوری‌های مرتبط با تولید و به‌کارگیری سوخت

[۱] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.legaldocs.ir/regulation/6/665

[۲] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.rc.majlis.ir/fa/law/show/99702

[۳] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.majlis.ir/fa/law/show/133608

[۴] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.nri.ac.ir/Renewable-Energy-Dept

های جایگزین، فناوری‌های افزایش بازده انرژی در بخش‌های تولید، تبدیل و مصرف و فناوری‌های ذخیره‌سازی انرژی فعالیت می‌کند[1].

در سال ۱۳۷۳ انجمن علمی انرژی خورشیدی ایران با مشارکت تعدادی از متخصصان و خبرگان علمی این رشته به منظور گسترش و پیشبرد و ارتقاء علوم و فناوری‌های استفاده از انرژی خورشیدی در ایران و توسعه کمی و کیفی نیروهای متخصص و بهبود بخشیدن به امور آموزشی و پژوهشی در زمینه‌های مربوط تأسیس شد[2].

از مهمترین رویدادهای اوایل دهه ۸۰ می‌توان به تصویب ماده ۶۲ قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی کشور اشاره کرد که برای اولین بار به خرید برق تجدیدپذیر اشاره کرده و با توجه به جنبه‌های مثبت زیست محیطی و صرفه جویی‌های ناشی از عدم مصرف منابع فسیلی و همچنین به منظور تشویق سرمایه‌گذاران مبلغ ۴۵۰ تا ۶۵۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت را برای خرید آن در نظر گرفته بود[3]. با وجود قیمت پایین و نواقص بسیار، این قانون گام مهمی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر به حساب می‌آید.

همچنین در سال ۱۳۷۹ مقام معظم رهبری با ابلاغ سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی به ایجاد تنوع در منابع انرژی کشور و استفاده از آن با رعایت مسائل زیست محیطی و تلاش برای افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و دستیابی به دانش فنی و کسب فناوری‌های مرتبط با انرژی‌ها نو اشاره می‌کند[4].

۴-۲- دوره دوم: سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴

پس از شرکت فیبرنوری و برق خورشیدی (هدایت نور یزد)، شرکت الکترونیک سازان در سال ۱۳۸۷ شروع به تولید پنل‌های فتوولتائیک با ظرفیت تولید ۲۰ مگاووات در سال کرد. این شرکت همچنین در سال‌های بعد اقدام به تولید سلول‌های فتوولتائیک و اینورتر نمود[5]. همچنین در سال ۱۳۸۷ شرکت آریا سولار تاسیس شد و از سال ۱۳۸۸ در خراسان جنوبی شروع به تولید پنل‌های فتوولتائیک ۱۰ وات تا ۲۰۰ وات نمود که در سال ۱۳۹۱ شرکت انرژی پاک آتیه با خرید خط تولید شرکت آریا سولار در مشهد شروع به فعالیت نمود. این شرکت پس از گذراندن دوره آزمایشی خود با تولید ۳ مگاوات پنل فتوولتائیک و پس از تجهیز و ارتقا خط ظرفیت تولید تا ۲۰ مگاوات در سال

[1] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.seri.sharif.edu

[2] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.irses.ir

[3] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.rc.majlis.ir/fa/law/show/93730

[4] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.farsi.khamenei.ir/news-content?id=29280

[5] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.sazanelectronic.com

۱۳۹۴ به صورت رسمی افتتاح شد[۱]. در سال ۱۳۸۸ نیز توسط دانشگاه شیراز و شرکت لامایر آلمان تلاش‌هایی در جهت تهیه اطلس خورشیدی ایران انجام گرفت که به دلیل محدودیت منابع انجام نشد (مصاحبه‌شونده ۱۱).

از وقایع مهم در زمینه انرژی خورشیدی که در سال ۱۳۸۶ رخ داد، شروع طرح برق‌رسانی فتوولتائیک به روستاها به صورت منفصل از شبکه بود. در این طرح برق‌رسانی به روستاهای صعب‌العبور که فاقد شبکه برق هستند، در دستور کار قرار گرفت. این طرح با حمایت دولت و توسط سانا آغاز به کار کرد که البته با وجود نتایج مثبت با مشکلاتی چون ناآشنایی به فرهنگ مدیریت بر مصرف و نگهداری این سیستم‌ها توسط مصرف‌کنندگان مواجه بود (رحیمی‌راد و همکاران، ۱۳۹۶) همچنین از سال ۱۳۸۶ نمایشگاه‌ها و همایش‌های انرژی تجدیدپذیر شروع به فعالیت در زمینه انتشار دانش کردند (مصاحبه‌شونده ۲).

در این دوره گرچه رخدادهای مثبتی مثل قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی، قرار گرفتن انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی‌های خورشیدی در اولویت «الف» نقشه جامع علمی کشور، حمایت صندوق توسعه ملی از احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر و برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی اتفاق افتاد که بر اساس ماده ۱۳۹ برنامه پنجم توسعه دولت مجاز گردید با حمایت از بخش خصوصی و تعاونی زمینه تولید تا ۵۰۰۰ مگاوات انرژی خورشیدی و بادی را فراهم سازد[۲].

همچنین بر اساس بند «ب» ماده ۱۳۳ آن خرید برق تضمینی از منابع تجدیدپذیر دچار کمی تحول شد و دولت خرید بلندمدت انرژی تجدیدپذیر از بخش دولتی و خصوصی را تضمین کرد اما همچنان قیمت برای انواع گوناگون انرژی‌های تجدیدپذیر یکسان بود که این موجب استقبال از تولید برخی انرژی‌ها با هزینه‌ها تولید پایین‌تر می‌شد که در نهایت کمک چندانی به تخصیص منابع در این حوزه نکرد.

تشکیل ستاد توسعه فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۱۳۸۷ تا حدی به ایجاد هماهنگی میان اجزای مختلف نظام نوآوری فناورانه و به موازات آن افزایش مشروعیت در میان سیاست‌گذاران و مسئولین کمک کرد. یکی دیگر از اهداف ایجاد این ستاد، تجاری‌سازی نتایج حاصل از تحقیق به عنوان مهمترین حلقه زنجیره نوآوری در زمینه‌های تجدیدپذیر می‌باشد (رحیمی‌راد و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین در این دوره با نصب سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ۲۴ دانشگاه و پژوهشگاه کشور (به هر دانشگاه مبلغ ۲۰۰ میلیون تومان اعتبار تعلق گرفت) با حمایت معاونت علمی و فناوری

[۱] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.tamin-atieh.ir

[۲] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.meybod.ac.ir/userfiles/financial/files/financial_4.pdf

ریاست جمهوری و ستاد توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر باعث گسترش فرهنگ و آشنایی بیشتر دانشجویان و علاقه‌مندان شد (مصاحبه‌شونده ۱۴).

در سال ۱۳۸۵ پژوهشکده سبز با موافقت وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در دانشگاه علم و صنعت تاسیس شد که هدف آن بررسی نحوه کاهش مصرف انرژی فسیلی و کاهش آلودگی محیط زیست و ارائه راهکارهای جایگزینی منابع انرژی تجدیدناپذیر با منابع انرژی تجدیدپذیر با استفاده از روش‌های علمی و عملی است[۱]. همچنین در همین سال پژوهشکده مواد پیشرفته و انرژی‌های نو در سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تشکیل یافت. هدف اصلی این پژوهشکده انجام پژوهش‌های کاربردی و توسعه فناوری در جهت اولویت‌های ملی و فناوری‌های نوین در حیطه مهندسی و علم مواد و انرژی‌های نو در کشور می باشد[۲]. در سال ۱۳۸۹ پژوهشگاه هواخورشید در راستای خودکفایی کشور و به منظور کاهش هزینه‌های تولید برق خورشیدی جهت رقابت پذیر نمودن با سایر روش‌های تامین برق در دانشگاه فردوسی مشهد تاسیس شد[۳]. در سال ۱۳۹۰ نیز پژوهشکده انرژی‌های نو در دانشگاه صنعتی امیرکبیر ایجاد شد که هدف آن توسعه کیفی و کمی تحقیقات بین رشته‌ای مربوط به فناوری انرژی‌های تجدید پذیر و توسعه کاربردهای صنعتی است[۴]. در همین سال اتحادیه صنایع خورشیدی در اتاق بازرگانی، صنایع و معادن استان تهران تشکیل شد و در سال ۱۳۹۲ پژوهشکده انرژی های نو و محیط زیست در دانشگاه تهران با هدف توسعه و گسترش پژوهش در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر و محیط زیست و دستیابی به علوم و فناوری‌های نوین آن‌ها و عمومی‌سازی کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر ایجاد شد[۵].

مرکز توسعه فناوری انرژی خورشیدی پژوهشگاه نیرو در مهرماه سال ۱۳۹۴ به منظور ارزیابی پروژه‌های اجرایی مختلف تعریف شده برای حصول به اهداف نقشه‌راه توسعه فناوری‌های انرژی خورشیدی و به‌روزرسانی آن و همچنین هدایت تحقیقات مورد حمایت وزارت نیرو در حوزه فناوری‌های انرژی خورشیدی تاسیس گردید[۶].

از وقایع مهم دیگر در این دوره، تصویب قانون هدفمندی یارانه‌ها در ایران است. در تاریخ ۲۷ آذر ماه ۱۳۸۹ آغاز اجرای قانون هدفمند کردن یارانه‌ها رسما اعلام شد. مطابق این قانون حوزه انرژی کشور مشمول حذف یارانه و عرضه به قیمت بین‌المللی می‌شود. در مدت ۵ سال، یارانه کالاهایی چون

[۱] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.iust.ac.ir/index.php?slc_lang=fa&sid=55

[۲] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.materials.irost.org/materials

[۳] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.sari.um.ac.ir

[۴] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.rerc.aut.ac.ir

[۵] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.ri.ut.ac.ir

[۶] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.nri.ac.ir/solar-center/about-us#179261

بنزین، گازوئیل، گاز، نفت، برق، آب و... حذف شده و با نزدیک شدن قیمت انرژی به ارزش‌های واقعی و ایجاد جذابیتی نسبی برای بازار اتفاقات جدیدی در این حوزه مشاهده شد.

۴-۳- دوره سوم: سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸

این دوران را به عقیده خبرگان می‌توان در توسعه فناوری فتوولتائیک، مثبت و چشمگیر قلمداد کردو به گونه‌ای که برنامه‌ها به سمت اجرایی شدن پیش رفتند. البته می‌توان از طرح اختصاص تسهیلات بلاعوض برای نصب پنل‌های فتوولتائیک ۱ کیلوواتی در بام خانه‌ها با عنوان طرح «یک میلیون بام خورشیدی ایران» نام برد که بنابر دلایلی مانند عدم فرهنگ‌سازی برای شروع این طرح و عدم شفاف‌سازی در نحوه اعطای تسهیلات و محاسبه تعرفه‌های برق، چندان موفق نبود و با وجود تخصیص منابع، نتوانست منجر به فعالیت‌های کارآفرینانه و در نتیجه مشروعیت‌بخشی گردد (رحیمی راد و همکاران، ۱۳۹۶). در سال ۱۳۹۵ سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) و سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا) با هدف ارتقای بهره‌وری انرژی و استفاده هرچه بیشتر از منابع تجدیدپذیر و پاک با یکدیگر ادغام شدند و سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا) ایجاد شد[۱].

نقطه عطف این سال‌ها ابلاغ نرخ خرید تضمینی برق تجدیدپذیر با تعرفه‌های ۳۲۰۰ تا ۸۰۰۰ ریال برای انرژی خورشیدی است. این اعداد تقریبا ۲ تا ۳ برابر تعرفه‌های خرید سایر کشورهاست (موسوی‌درچه و همکاران، ۱۳۹۷). همزمانی این موضوع با توافق جامع اقدام مشترک یا برجام در سه شنبه ۲۳ تیرماه ۱۳۹۴ در وین بین ایران و گروه ۵+۱ (شامل چین، روسیه، فرانسه، آلمان، انگلیس و امریکا) باعث لغو بسیاری از تحریم‌های اقتصادی، تجاری و صنعتی بین‌المللی شد که پای سرمایه‌گذاران خارجی را به بخش انرژی‌های تجدیدپذیر ایران باز کرد و منجر به افتتاح نیروگاه‌های ۷ مگاواتی امیرکبیر و خلیج فارس در همدان با سرمایه‌گذاری آلمانی‌ها، نیروگاه ۱۰ مگاواتی جرفویه اصفهان یا سرمایه‌گذاری یونانی‌ها و نیروگاه ۲۰ مگاواتی مکران کرمان با سرمایه‌گذاری سوئیسی‌ها شد (مصاحبه‌شونده ۱و۲و۳و۷). در این سال‌ها همچنین با تصویب کنوانسیون محیط زیستی در اجلاس پاریس، فشار روانی در جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای بر مسئولان و متولیان نیروگاه‌های فسیلی افزایش یافت (مصاحبه‌شونده ۱۰). البته از اولویت خارج شدن احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر از حمایت صندوق توسعه ملی نیز جزء معدود رخدادهای منفی این دوره است.

در سال ۱۳۹۵ دو شرکت سولار صنعت فیروزه و شرکت تامین انرژی برق ایرانیان (تابان) در زمینه طراحی، ساخت و تولید انواع پنل‌های فتوولتائیک و تامین تجهیزات مختلف از قبیل استراکچرهای فولادی، کابل‌های مورد نیاز نیروگاه، ترانسفورماتورها، سیستم ارتینگ، سیستم مانیتورینگ و... تاسیس شد[۲]. در این دوره شرکت انرژی‌های تجدیدپذیر مپنا نیز فعالیت خود را در

[۱] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.majlis.ir/fa/law/show/1006642

[۲] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.tabanenergy.ir و www.ssf-solar.com

این زمینه آغاز کرد. در همین سال، پژوهشکده انرژی‌های تجدیدپذیر با سه گروه پژوهشی بیوماس و بیوانرژی، توسعه فناوری انرژی پاک و سامانه های سوخت منعطف در دانشگاه تربیت مدرس تأسیس شد[۱]. در همین سال مرکز تحقیقات انرژی‌های نوین تجدیدپذیر با هدف اجرای طرح‌های پایلوت و طراحی و ساخت قطعات و دستگاه‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر، همکاری با واحدهای فناور، مراکز رشد و شرکت‌های دانش بنیان، مشارکت در اجرای پروژه‌های پژوهشی و پی‌ریزی پژوهش‌های پیشرفته با همکاری مراکز علمی داخل و خارج از کشور در دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند ایجاد شد. در این دوره انجمن انرژی‌های تجدیدپذیر ایران تاسیس شد[۲] و در آذرماه ۱۳۹۵ اولین کنفرانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر ایران به همت این انجمن برگزار گردید.

در پی خروج ایالات متحده امریکا در روز ۱۸ اردیبهشت ۱۳۹۷ از برنامه اقدام مشترک یا برجام و در نتیجه مشکلات ناشی از بازگشت تحریم‌های اقتصادی، تجاری و صنعتی بین‌المللی و همچنین افزایش بی‌سابقه قیمت دلار به همراه عدم تخصیص بودجه خرید برق تجدیدپذیر، به گونه‌ای به بازار شوک وارد کرد که موجب خروج بسیاری از سرمایه‌گذاران خارجی و تردید سرمایه‌گذاران داخلی در سرمایه‌گذاری جدید در این حوزه شد (مصاحبه‌شونده ۱۰و۱۱و ۱۵).

در سال ۱۳۹۸ چهارمین کنفرانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر ایران و اولین جایزه ملی انرژی‌های تجدید پذیر کشور در راستای معرفی و ارج نهادن به فعالیت‌های ارزنده در پیشرفت و توسعه استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر به همت انجمن انرژی‌های تجدیدپذیر برگزار شد. همچنین در این سال طرح ایجاد ۱۰۰ هزار نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک در روستاها، نقاط محروم، مرزی و شهرهای زیر ۱۰ هزار نفر جمعیت کشور توسط سازمان بسیج مستضعفین کلید خورد[۳].

در جدول۴ شمای کلی نهادهای فیزیکی و مصادیق آن نشان داده شده است. علامت (*) در هر سازوکار نشان‌دهنده مصادیق هر یک از نهادهای فیزیکی در دوره‌های سه‌گانه توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران می‌باشد. همچنین جدول۵ نیز شمای کلی نهادهای رسمی را نشان می‌دهد که علامت (*) در هر ساز و کار نشان‌دهنده این است که نهاد سخت جهت حمایت طرف عرضه یا تقاضا وضع شده است. علامت (#) در هر ساز وکار نشان‌دهنده این است که نهادها در کدام یکی از دوره سه‌گانه نقش ایفا کرده‌اند.

[۱] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.isna.ir/news/95071811495

[۲] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.irna.ir/news/82504721

[۳] مراجعه شود به (آخرین تاریخ دسترسی ۱۵ اسفندماه ۱۳۹۸): www.fna.ir/ddpmhl

جدول۴- نمای کلی نهادهای فیزیکی (بر اساس جمع بندی نویسندگان)

ردیف	نهاد فیزیکی	مصادیق نهاد فیزیکی							دوره‌های سه‌گانه		
		سیاسی	اداری	تنظیمی	آموزشی	دانشی	تولیدی و خدماتی	میانجی	اول	دوم	سوم
۱	شورای عالی انرژی	❋								#	#
۲	شورای آموزش، پژوهش و فناوری وزارت نیرو	❋									#
۳	شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری	❋								#	#
۴	شورای عالی انقلاب فرهنگی	❋								#	#
۵	سازمان انرژی‌های نو (سان)- (وزارت نیرو)			❋					#		
۶	مرکز مطالعات انرژی (وزارت نیرو)					❋			#		
۷	سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)		❋	❋						#	
۸	وزارت نیرو	❋								#	#
۹	سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری برق ایران (ساتبا)	❋		❋							#
۱۰	شرکت مادر تخصصی توانیر		❋	❋					#	#	#
۱۱	پژوهشگاه (نیرو ، مواد و انرژی)					❋			#	#	#
۱۲	موسسه آموزش عالی صنعت آب و برق				❋						#
۱۳	ادارات برق استانی		❋						#	#	#
۱۴	وزارت صنعت، معدن و تجارت	❋							#	#	#
۱۵	سازمان سرمایه‌گذاری و کمک‌های اقتصادی و فنی ایران		❋							#	#
۱۶	سازمان امور اراضی کشور			❋					#	#	#
۱۷	سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور			❋					#	#	#
۱۸	سازمان حفاظت از محیط‌زیست			❋					#	#	#
۱۹	ستاد توسعه فناوری‌های حوزه انرژی (معاونت علمی و فناوری)	❋								#	#
۲۰	ستاد ویژه توسعه فناوری نانو (معاونت علمی و فناوری)	❋									#
۲۱	کارگروه ارزیابی و تشخیص صلاحیت شرکت‌های دانش‌بنیان (معاونت علمی و فناوری)			❋						#	#
۲۲	سازمان انرژی اتمی ایران	❋	❋	❋					#		
۲۳	سازمان ملی استاندارد			❋					#	#	#
۲۴	سازمان برنامه و بودجه			❋					#		#
۲۵	مرکز همکاری‌های تحول و پیشرفت							❋		#	#
۲۶	شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت (وزارت نفت)		❋						#	#	#
۲۶	مجلس شورای اسلامی	❋							#	#	#

ردیف	نهاد فیزیکی	مصادیق نهاد فیزیکی							دوره‌های سه‌گانه		
		سیاسی	اداری	تنظیمی	آموزشی	دانشی	تولیدی و خدماتی	میانجی	اول	دوم	سوم
۲۸	مجمع تشخیص مصلحت نظام	❊							#	#	#
۲۹	سازمان امور مالیاتی کشور			❊					#	#	#
۳۰	مرکز مالکیت معنوی قوه قضاییه		❊						#	#	#
۳۱	دانشگاه (شیراز، صنعتی شریف و تهران)				❊	❊			#	#	#
۳۲	دانشگاه (شهیدبهشتی، علم و صنعت، امیرکبیر، خواجه نصیر، تربیت مدرس، اصفهان، صنعتی اصفهان، فردوسی، شهیدچمران، یزد، باهنر، کاشان، شاهد، تبریز، بیرجند، آزاد اسلامی)				❊	❊				#	#
۳۳	سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران					❊				#	#
۳۴	صندوق پژوهش و فناوری صنعت برق و انرژی							❊			#
۳۵	پارک علم و فناوری (سیستان و بلوچستان، یزد، خراستان، خوزستان، شهیدبهشتی، شریف)							❊		#	#
۳۶	مراکز رشد (پژوهشگاه نیرو و پژوهشگاه مواد و انرژی)							❊		#	#
۳۷	مرکز نوآوری آما							❊			#
۳۸	انجمن‌های صنفی و علمی (فیزیک، انرژی خورشیدی، انرژی)							❊	#	#	#
۳۹	انجمن‌های صنفی و علمی (بهینه‌سازی مصرف سوخت، صنایع خورشیدی، سندیکای صنعت برق)									#	#
۴۰	انجمن‌های علمی و صنفی (انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی‌های تجدیدپذیر اتاق بازرگانی)							❊			#
۴۱	شرکت‌های تولیدی (هدایت نور یزد)						❊		#	#	#
۴۲	شرکت‌های تولیدی (آریا سولار، انرژی پاک آتیه، الکترونیک‌سازان، امیداسامه، صبا باتری، پارس التک انرژی، سولار باد انرژی آرشید، نورسان انرژی آریا)						❊			#	#
۴۳	شرکت‌های تولیدی (تامین انرژی برق ایرانیان (تابان)، سولار صنعت فیروزه، مپنا)						❊				#
۴۴	شرکت‌های خدماتی (مونتکو، مشانیر، قدس نیرو)						❊		#	#	#
۴۵	شرکت‌های خدماتی (انرژی نوین مهرآباد، متبا، فن‌آوران سولار پرشیا)									#	#
۴۶	خدماتی(سولار گستر شهران، سولار انرژی آوان، راهبرد انرژی‌های خورشیدی و تجدیدپذیر ایرانیان)						❊				#

جدول۵- نمای کلی نهادهای سخت (بر اساس جمع بندی نویسندگان)

ردیف	نهادرسمی	ماده یا تبصره	مرجع تصویب	سال تصویب	نوع حمایت		دوره‌های سه‌گانه		
					طرف عرضه	طرف تقاضا	اول	دوم	سوم
۱	سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی	بند ب	مقام معظم رهبری	۱۳۷۹	*		#	#	#
۲	قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت	ماده ۲۵ و ۶۲	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۰		*	#	#	#
۳	لایحه الحاق دولت جمهوری اسلامی ایران به پروتکل کیوتو	-	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۳		*	#	#	#
۴	مصوبه شورای عالی اداری در خصوص انجام مطالعات و تحقیقات درباره انرژی‌های نو (تجدیدپذیر) و بهره‌برداری مؤثر از آن در کشور	-	شورای عالی اداری	۱۳۸۳	*		#	#	#
۵	قانون برنامه پنج ساله چهارم توسعه جمهوری اسلامی ایران	ماده ۲۵- بند ب	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۳		*		#	
۶	اسناد تلفیقی توسعه بخشی و فرابخشی برنامه چهارم توسعه	بند الف: ماده ۱۵۵ بند هـ: ماده ۱۵۵ بند ج: ماده ۱۵۵	هیات وزیران	۱۳۸۴	*	*	#	#	#
۷	آیین‌نامه اجرایی ماده ۶۶ قانون برنامه پنج ساله چهارم توسعه	ماده ۱- بند پ	هیات وزیران	۱۳۸۶		*		#	
۸	قانون هدفمند کردن یارانه‌ها	ماده ۸	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۸	*			#	#
۹	سیاست‌های کلی نظام برای اصلاح الگوی مصرف	بند ۷	مقام معظم رهبری	۱۳۸۹	*	*		#	#
۱۰	قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی	فصل۱: ماده ۱و۲ فصل۲: ماده ۴ فصل۳: ماده ۵و۶و۸و۹ فصل۸: ماده ۴۰ فصل۱۰: ماده ۶۱و۶۲	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۹	*	*		#	#
۱۱	قانون برنامه پنج ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران	برق- ماده ۱۳۳ انرژی‌های پاک- ماده۱۳۹	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۹		*		#	

ردیف	نهادرسمی	ماده یا تبصره	مرجع تصویب	سال تصویب	نوع حمایت		دوره‌های سه‌گانه		
					طرف عرضه	طرف تقاضا	اول	دوم	سوم
۱۲	برنامه راهبردی وزارت نیرو در افق ۱۴۰۴	راهبردهای بخش برق و انرژی	وزارت نیرو	۱۳۹۰	*	*		#	#
۱۳	نقشه جامع علمی کشور	فصل۳: اولویت الف	شورای عالی انقلاب فرهنگی	۱۳۹۰	*	*		#	#
۱۴	قانون عضویت دولت جمهوری اسلامی ایران در آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر	-	مجلس شورای اسلامی	۱۳۹۱		*		#	#
۱۵	لایحه دریافت عوارض برق تجدیدپذیر	-	هیأت وزیران	۱۳۹۱	*			#	#
۱۶	طرح نیروگاه‌های انرژی‌های نو	-	شرکت توانیر	۱۳۹۱	*	*		#	#
۱۷	سندملی توسعه دانش بنیان انرژی‌های تجدیدپذیر	-	شورای عالی انقلاب فرهنگی	۱۳۹۳	*	*		#	#
۱۸	سیاست های کلی محیط زیست	بند ۸	مقام معظم رهبری	۱۳۹۴		*			#
۱۹	سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های مرتبط با انرژی خورشیدی	-	وزارت نیرو	۱۳۹۴	*				#
۲۰	قانون حمایت از صنعت برق	ماده ۵	مجلس شورای اسلامی	۱۳۹۴	*				#
۲۱	قانون رفع موانع تولید رقابت پذیر و ارتقای نظام مالی کشور	ماده ۱۲- بند ب و پ	مجلس شورای اسلامی	۱۳۹۴	*				#
۲۲	سند ملی راهبرد انرژی کشور	راهبردهای بخش برق	شورای عالی انرژی	۱۳۹۵	*				#
۲۳	قانون برنامه پنج ساله ششم توسعه جمهوری اسلامی ایران	ماده ۵۰	مجلس شورای اسلامی	۱۳۹۵	*				#
۲۴	دستورالعمل حمایت از بومی‌سازی فناوری نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک	-	وزارت نیرو	۱۳۹۷	*				#
۲۵	ابلاغیه پایه نرخ خرید برق از نیروگاه‌های انرژی نو و پاک	-	وزارت نیرو	۱۳۹۸		*			#

۵- بحث در خصوص یافته‌ها

همانگونه که بیان شد، در طی ۲۸ سال اخیر، توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران در مراحل مختلفی تکامل یافته است. این تکامل متاثر از محیط کلان اقتصادی و ساختار نهادی کشور و همچنین وقایع مهمی بوده که در طی این سال‌ها رخ داده است. بر این اساس در تحقیق حاضر سیر تطور تاریخی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران با تاکید بر رویکرد نهادی به سه دوره تقسیم شده است. گذار از هر یک دوره‌های سه‌گانه همراه با تحولی کلیدی در سازمان سیاسی اصلی متولی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران می‌باشد.

۵-۱- دوره اول: ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵

نهادهای فیزیکی: در دوره اول سازمان انرژی اتمی ایران به عنوان متولی اصلی توسعه فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر تلاش داشت با انجام برخی پروژه‌های آزمایشی نظیر ساخت آبگرمکن خورشیدی، ساخت آینه‌های سهموی برای استفاده در نیروگاه‌های خورشیدی (موسوی‌درچه و همکاران، ۱۳۹۶) باعث آشنایی سیاست‌گذاران و مسئولین با این فناوری‌ها شود و آن‌ها را تشویق به تخصیص منابع مالی بیشتر در این حوزه نماید (رحیمی‌راد و همکاران، ۱۳۹۶). در این دوره در واقع ذهنیت اکثر مسئولین معطوف به انرژی‌های فسیلی بود که همین موضوع باعث عدم توجه به انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های مرتبط با آن‌ها از جمله سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در این سال‌ها می‌باشد (محمدی و دانایی‌فرد، ۱۳۹۸). در این دوره تلاش‌های سازمان انرژی اتمی ایران به عنوان متولی امر و سایر سازمان‌ها همچون مرکز مطالعات انرژی و سازمان انرژی‌های نو (سان) در وزارت نیرو بر این موضوع متمرکز بوده است که شناخت صحیحی از ضرورت و اهمیت انرژی‌های تجدیدپذیر در ذهن کنشگران این حوزه شکل گیرد. علاوه براین شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت در وزارت نفت هم با توجه به رسالت سازمانی خود در زمینه تولید آبگرمکن‌های خورشیدی، حمام‌های روستایی و پمپ‌های بادی آبکش فعالیت می‌کرد. سازمان‌های آموزشی همچون دانشگاه تهران، شریف و شیراز نیز فعالیت‌های محدودی در زمینه آموزش و پژوهش در قالب پایان‌نامه انجام می‌دادند و سازمان‌های دانشی همچون پژوهشگاه مواد و انرژی و پژوهشگاه نیرو نیز تحقیقاتی در زمینه دستیابی به فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر را آغاز کردند. برای مثال پژوهشگاه مواد و انرژی در سال ۱۳۷۴ موفق به ساخت یک نمونه از آینه‌های تخت مخصوص سیستم‌های برج نیرو شد (Perlin, 1999).

نهادهای سخت: در این دوره اکثر قوانین و سیاست‌هایی که توسط سازمان‌های سیاسی وضع می‌شد در جهت حمایت از توسعه و دستیابی به دانش فنی مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر و

سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران بود (موسوی‌درچه و همکاران، ۱۳۹۶). برای مثال مقام معظم رهبری در بند "ب" سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی بر دستیابی و کسب فناوری و دانش فنی انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی بادی، خورشیدی، پیل‌های سوختنی و زمین گرمایی در کشور تاکید می‌کند. همچنین در ماده ۶۲ قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی کشور برای اولین بار به خرید برق تجدیدپذیر اشاره شد و به منظور تشویق سرمایه‌گذاران مبلغ ۴۵۰ تا ۶۵۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت برای خرید آن در نظر گرفته بود اما به دلیل قیمت پایین پیشنهادی و همچنین عدم تفکیک قیمت برای انواع برق تولیدی توسط نیروگاه‌های انرژی تجدیدپذیر (خورشیدی، بادی، زمین‌گرمایی و برق‌آبی) تاثیر چندانی بر توسعه بازار فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران نداشت. در اسناد تلفیقی توسعه بخشی و فرابخشی برنامه چهارم توسعه جمهوری اسلامی ایران نیز بر ایجاد زمینه‌های تحقیقاتی در انرژی‌های تجدیدپذیر به منظور دستیابی به دانش فنی و ایجاد بازار برق در سطح ملی و منطقه‌ای در صنعت برق کشور اشاره شده بود اما به دلیل مشخص نبودن مکانیسمی جهت ایجاد بازار برق در سطح ملی تاثیری بر توسعه بازار سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک نداشت (Rusco, 2012).

۵-۲- دوره دوم: سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴

نهادهای فیزیکی: در دوره دوم با مصوبه شورای عالی اداری کلیه ماموریت‌ها و فعالیت‌های قانونی مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر در وزارت نیرو تمرکز شد و وزارت نیرو کلیه منابع و اقدامات انجام شده در این خصوص را به سازمان انرژی‌های نو (سانا) منتقل کرد. اما چون سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) ذیل شرکت مادرتخصصی توانیر شکل گرفته بود در واقع می‌توان گفت که بسیاری از تصمیمات سطح کلان مثل خرید برق تجدیدپذیر توسط توانیر گرفته می‌شد و سانا نقش یک سازمان اداری و تنظیمی را داشت. همچنین در این دوره با تغییرات ساختاری در وزارت نیرو و ایجاد معاونت برق و انرژی عملا این معاونت متولی اصلی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران شد. از وقایع مهم در زمینه انرژی خورشیدی که در سال ۱۳۸۶ رخ داد، شروع طرح برق‌رسانی فتوولتائیک به روستاها به صورت منفصل از شبکه بود. در این طرح برق‌رسانی به روستاهای صعب‌العبور که فاقد شبکه برق هستند، در دستور کار قرار گرفت. این طرح با حمایت دولت و توسط سانا آغاز به کار کرد (رحیمی‌راد و همکاران، ۱۳۹۷) که همین امر موجب تعریف پروژه‌های تحقیقاتی مختلفی توسط سازمان انرژی‌های نو، ستاد توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و پژوهشگاه نیرو در زمینه توسعه فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر شد و در نتیجه در این دوره شاهد رشد حضور سازمان‌ها دانشی مثل سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی، پژوهشکده سبز، پژوهشکده انرژی‌های نو و... و سازمان‌های آموزشی مثل دانشگاه امیرکبیر، علم و صنعت، تهران، شریف و... به منظور توسعه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک و همچنین سازمان‌های تولیدی و

خدماتی مثل شرکت انرژی پاک آتیه و... به منظور تولید پنل‌های فتوولتائیک و خدمات مرتبط با آن هستیم. در این دوره تمرکز اصلی سازمان‌های متولی بر توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتووتائیک بود (موسوی‌درچه و همکاران، ۱۳۹۶) اما به دلیل شکل نگرفتن بازار انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران فعالیت‌های تحقیقاتی در زمینه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک به موفقیت زیادی دست نیافت (Amankwah-Amoah and Sarpong 2016).

نهادهای سخت: در این دوره سیاست‌های متنوعی در جهت ایجاد بازار و توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک وضع شد. برای مثال در نقشه جامع علمی کشور مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی، انرژی‌های تجدیدپذیر جزو اولویت‌های "الف" کشور قرار گرفتند و در سال ۱۳۹۳ سندملی توسعه دانش‌بنیان انرژی‌های تجدیدپذیر توسط این شورا تصویب شد که بر توسعه فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر تاکید داشت اما به دلایلی از قبیل فقدان ضمانت اجرایی مصوبات شورای عالی انقلاب فرهنگی از سوی متولیان امر این حوزه توجه زیادی بر این مصوبات صورت نپذیرفت (El Mustapha et al, 2018). همچنین در قانون اصلاح الگوی مصرف که در آن خرید برق تضمینی از منابع تجدیدپذیر دچار کمی تحول شد و دولت خرید بلندمدت انرژی تجدیدپذیر از بخش خصوصی را تضمین کرد اما همچنان قیمت برای انواع گوناگون انرژی‌های تجدیدپذیر یکسان بود که این موجب استقبال از تولید برخی انرژی‌ها با هزینه‌ها تولید پایین‌تر می‌شد که در نهایت کمک چندانی به تخصیص منابع در این حوزه نکرد (موسوی‌درچه و همکاران، ۱۳۹۶). سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری‌های مرتبط با انرژی خورشیدی نیز به منظور دستیابی به دانش فنی و بومی‌سازی سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک تا سال ۱۴۰۴ در این دوره تدوین شد.

۵-۳- دوره سوم: سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸

نهادهای فیزیکی: در سال ۱۳۹۵ سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) و سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا) با هدف ارتقای بهره‌وری انرژی و استفاده هرچه بیشتر از منابع تجدیدپذیر و پاک با یکدیگر ادغام شدند و سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا) ایجاد شد که این سازمان تا سطح یکی از معاونت‌های وزارت نیرو ارتقا یافت (محمدی و دانایی‌فرد، ۱۳۹۸). نقطه عطف این سال‌ها ابلاغ نرخ خرید تضمینی برق تجدیدپذیر با تعرفه‌های ۳۲۰۰ تا ۸۰۰۰ ریال برای انرژی خورشیدی است. این اعداد تقریبا ۲ تا ۳ برابر تعرفه‌های خرید سایر کشورهاست. همزمانی این موضوع با توافق جامع اقدام مشترک یا برجام در سه شنبه ۲۳ تیرماه ۱۳۹۴ در وین بین ایران و گروه ۵+۱ (شامل چین، روسیه، فرانسه، آلمان، انگلیس و امریکا) باعث لغو بسیاری از تحریم‌های اقتصادی، تجاری و صنعتی بین‌المللی شد که پای سرمایه‌گذاران خارجی را به بخش انرژی‌های تجدیدپذیر ایران باز کرد (موسوی‌درچه و همکاران، ۱۳۹۷) و منجر به افتتاح نیروگاه‌های ۷ مگاواتی امیرکبیر و خلیج فارس در همدان با سرمایه‌گذاری آلمانی‌ها، نیروگاه ۱۰ مگاواتی جرفویه اصفهان یا سرمایه‌گذاری

یونانی‌ها و نیروگاه ۲۰ مگاواتی مکران کرمان با سرمایه‌گذاری سوئیسی‌ها شد. همین موضوع باعث ایجاد سازمان‌های تولیدی (تامین انرژی برق ایرانیان و سولار صنعت فیروزه و...) و خدماتی (سولار گستر شهران، سولار انرژی آوران و...) بسیاری به منظور تولید پنل‌های فتوولتائیک و خدمات مرتبط با نصب و راه‌اندازی نیروگاه‌های فتوولتائیک شد. در نتیجه سازمان‌های میانجی همچون صندوق پژوهش و فناوری صنعت برق و انرژی مراکز رشد پژوهشگاه نیرو و پژوهشگاه مواد و انرژی به منظور حمایت از کسب و کارهای 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 کسب و کارهای نوپا گسترش دادند و مراکز نوآوری از جمله مرکز نوآوری آما در دانشگاه صنعتی شریف به منظور حمایت از کسب و کارهای نوپا در مراحل ابتدایی شکل گرفتند. در واقع بروز و نمود نهادهای فیزیکی در این دوره تحت تاثیر نهادهای سخت همچون قیمت‌های جدید خرید تضمینی برق تجدیدپذیر بود که از سوی نهادهای سیاسی به منظور ایجاد بازار انرژی‌های تجدیدپذیر ابلاغ شده بود (Hoppmann et al, 2014).

نهادهای سخت: همانگونه که بیان شد، نقطه عطف این سال‌ها ابلاغ نرخ خرید تضمینی برق تجدیدپذیر با تعرفه‌های ۳۲۰۰ تا ۸۰۰۰ ریال برای انرژی خورشیدی است. این اعداد تقریبا ۲ تا ۳ برابر تعرفه‌های خرید سایر کشورهاست. همزمانی این موضوع با توافق جامع اقدام مشترک یا برجام در سه شنبه ۲۳ تیرماه ۱۳۹۴ در وین بین ایران و گروه ۵+۱ (شامل چین، روسیه، فرانسه، آلمان، انگلیس و امریکا) باعث لغو بسیاری از تحریم‌های اقتصادی، تجاری و صنعتی بین‌المللی شد که پای سرمایه‌گذاران خارجی را به بخش انرژی‌های تجدیدپذیر ایران باز کرد (موسوی‌درچه و همکاران، ۱۳۹۷) و منجر به افتتاح نیروگاه‌های ۷ مگاواتی امیرکبیر و خلیج فارس در همدان با سرمایه‌گذاری آلمانی‌ها، نیروگاه ۱۰ مگاواتی جرفویه اصفهان یا سرمایه‌گذاری یونانی‌ها و نیروگاه ۲۰ مگاواتی مکران کرمان با سرمایه‌گذاری سوئیسی‌ها شد. در واقع رویکرد سازمان‌های سیاسی متولی از جمله وزارت نیرو و ساتبا در این دوره ایجاد بازار انرژی‌های تجدیدپذیر با ابزار خرید تضمینی برق تجدیدپذیر با تعرفه مناسب بود.

۶- نتیجه‌گیری

در این تحقیق سیر تطور تاریخی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران با رویکرد نهادی در سه دوره اصلی بررسی شد. مصاحبه‌های صورت گرفته توسط محققان (داده اولیه) و بررسی اسنادبالادستی، گزارش‌های سیاستی، پروژه‌های تحقیقاتی، مقالات و سایت‌ها (داده ثانویه) نشان می‌دهد که توسعه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران در بازه زمانی سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ مسیر تکاملی متناسب با فضای کلان اقتصادی و ساختارهای نهادی کشور بوده است. در دوره اول (۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵) تمرکز سازمان انرژی اتمی به عنوان متولی اصلی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر

در کشور صرف آشنایی مسئولین و متولیان امر با انرژی‌های تجدیدپذیر بوده است و قوانین و سیاست‌ها هم بیشتر تمرکز بر دستیابی به دانش فنی فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر داشته‌انمد. دروه دوم (۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴) تمرکز وزارت نیرو و سازمان‌های مربوطه از جمله سانا و توانیر به عنوان متولیان اصلی این حوزه صرف دستیابی بر دانش فنی فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک بوده است به همین جهت در این دوره شاهد رشد سازمان‌های دانشی و آموزشی به منظور توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک هستیم. دوره سوم (۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸) تمرکز اصلی وزارت نیرو و سازمان‌های مربوطه از جمله ساتبا به عنوان متولیان اصلی این حوزه صرف ایجاد بازار برای انرژی‌های تحدیدپذیر با ابزار خرید تضمینی برق تجدیدپذیر شده است به همین جهت در این دوره شاهد رشد سازمان‌های تولیدی و خدماتی در زمینه تولید پنل‌های فتوولتائیک و نصب و راه‌اندازی نیروگاه‌های فتوولتائیک در مقیاس کوچک تا بزرگ هستیم. علاوه بر این در این دوره شاهد حضور پررنگ‌تر سازمان‌های میانجی از جمله صندوق‌های پژوهش و فناوری، پارک‌های علم و فناوری، مراکز رشد و نوآوری به منظور حمایت از توسعه فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر هستیم.

تحقیق حاضر با به کارگیری رویکرد نهادی نقش هر یک از نهادهای فیزیکی (سازمان‌های سیاسی، اداری، تنظیمی، آموزشی، دانشی، میانجی، تولیدی و خدماتی) و نهادهای سخت (قوانین، مقررات و سیاست‌ها) را در توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در بازه زمانی سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ در سه دوره اصلی مشخص کرد. با توجه به اینکه تا پیش از این توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران با توجه به نقش نهادهای فیزیکی و سخت به صورت جامع مورد بررسی قرار نگرفته بوده است، این تحقیق می‌تواند تصویر مناسبی از سیر تطور توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران و نهادهای فیزیکی و سخت در کشور بدست دهد. به علاوه در این مقاله نهادهای فیزیکی و سخت به عنوان یک کل تحلیل شده و و قتی درباره هر نهاد صحبت می‌کنیم، آن نهاد را با عملکردش که بهبود نتایج مربوط به توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک بوده ارزیابی کرده‌ایم و درباره روال‌های درونی نهادها که منجر به این نتایج شده و اینکه با چه مداخلاتی نهادها دستاوردهای بیشتری در زمینه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک می‌توانند به همراه داشته باشند ارائه نشده است لذا در مطالعات آتی می‌توان به این موضوع پرداخت.

منابع

رحیمی‌راد, زهره, محمود یحیی‌زاده‌فر, طاهره میرعمادی, و مهرداد مدهوشی. ۱۳۹۶. "تحلیل نظام نوآوری سیستم های خورشیدی فتوولتائیک در ایران." *مدیریت نوآوری* ۶ (۴): ۲۸-۱.

رحیمی‌راد, زهره, محمود یحیی‌زاده‌فر, طاهره میرعمادی, و مهرداد مدهوشی. ۱۳۹۷. "شناسایی و بررسی موانع گذار اجتماعی- فنی به سیستم های خورشیدی فتوولتاییک با تاکید بر رژیم برق فسیلی." *مدیریت توسعه فناوری* ۶ (۲): ۷۷-۴۹.

فرتاش, کیارش, و علی‌اصغر سعدآبادی. ۱۳۹۸. "نهادها و تاثیر آن‌ها بر توسعه علم و فناوری." *سیاست علم و فناوری* ۱۱ (۲): ۲۵۳-۲۳۹.

قاضی‌نوری, سیدسپهر, مسعود افشاری‌منفرد, شعبان الهی, و بهزاد سلطانی. ۱۳۹۷. "ارزیابی روابط میان‌نهادی در نظام ملی نوآوری ایران: مطالعه ۸ موردی." *سیاستگذاری عمومی* ۴ (۱): ۳۵-۹.

محمدی, نعیمه, و حسن دانایی‌فرد. ۱۳۹۸. "الگوی حکمرانی مشارکتی توسعهٔ انرژی تجدیدپذیر ایران: رویکرد نهادی." *مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی* ۹ (۳۰): ۱۵۵-۱۳۲.

موسوی‌درچه, سیدمسلم, محمدامین قانعی‌راد, حسن کریمیان, هدیه زنوری‌زاده, و ناصر باقری‌مقدم. ۱۳۹۷. "ارائه چارچوب توصیف گذار حوزه‌های فنّاورانه بر اساس رویکرد تحلیل چندسطحی: (مطالعه موردی: گذار انرژی های بادی و خورشیدی در ایران)." *بهبود مدیریت* ۱۲ (۲): ۱۷۱-۱۴۱.

موسوی‌درچه, سیدمسلم, محمدامین قانعی‌راد, حسن کریمیان, و بهروز شاهمرادی. ۱۳۹۶. "شناسایی مسیر گذار فناورانه انرژی‌های تجدیدپذیر (انرژی‌های بادی و خورشیدی) در ایران بر اساس رویکرد تحلیل چند سطحی." *مدیریت نوآوری* ۶ (۴): ۹۸-۶۳.

Amankwah-Amoah, j, and D Sarpong. 2016. "Historical pathways to a green economy: The evolution and scaling-up of solar PV in Ghana, 1980–2010." *Technological Forecasting & Social Change* 102: 90-101.

Arthur, W Brian. 1989. "Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events." *Economic Journal* 99 (394): 31-116.

Balzat, M, and H Hanusch. 2004. "Recent Trends in the Research on National Innovation Systems." *Journal of Evolutionary Economics* 14 (2): 197-210.

Buck, A. 1982. *A History of the Research and Development Administration.* U.S. Department of Energy: Office of History and Heritage Resources.

Cooke, P, M Uranga, and G Etxebarria. 1997. "Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions." *Research Policy* 26 (4-5): 475-491.

Edquist, C, and S Borrás. 2014. "Institutions and Regulations in Innovation Systems: Effects, Problems and Innovation Policy Design." *Papers in Innovation Studies* Lund University, CIRCLE - Center for Innovation, Research and Competences in the Learning Economy.

Edquist, Charles, and Björn H Johnson. 1997. "Institutions and organizations in systems of innovation." In *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*, by C Edquist, 41-66. London: Pinter.

El Mustapha, H, T Hoppe و ,H Bressers" .۲۰۱۸ .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* ۱۸٦ :۱۵۵-۱٦۷.

Elzen, B, F Geels و ,K Green .۲۰۰٤ .*System Innovation and the Transition to Sustainability:Theory, Evidence and Policy* .Cheltenham: Edward Elgar.

Freeman, Christopher , and Carles Pérez. 2008. *Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour*. Cheltenham: Edward Elgar.

Gartner, William B. 1988. "Who Is an Entrepreneur? Is the Wrong Question." *American Journal of Small* 12 (4): 11-32.

Garud, Raghu, and Peter Karnøe. 2001. "Path creation as a process of mindful deviation." In *Path dependence and creation*, by R Garud and P Karnøe, 1-40. New York: Psychology Press.

Geels, Frank W. 2002. "Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study." *Research Policy* 31: 1275–1257.

Hekkert, M, R Suurs, S Negro, S Kuhlmann, and R Smits. 2007. "Functions of Innovation Systems: A New Approach for Analysing Technological Change." *Technological Forecasting and Social Change* 74 (4): 413-432.

Hollick , M, and M Sherlock. 2014. *Residential Tax Credits: Overview and Analysis.* Washington: Congressional Research Service.

Hoppmann, J, J Huenteler, and B Girod. 2014. "Compulsive policy-making—The evolution of the German feed-in tariff system for solar photovoltaic power." *Research Policy* 43 (8): 1422-1441.

Jacobsson, S, and A Johnson. 2000. "The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research." *Energy Policy* 28 (9): 625-640.

Kebede, K, and T Mitsufuji. 2017. "Technological innovation system building for diffusion of renewable energy technology: A case of solar PV systems in Ethiopia." *Technological Forecasting and Social Change* 114: 242-253.

Koch, T. 2006. "Establishing rigour in qualitative research: the decision trail." *Journal of advanced nursing* 53 (1): 91-100.

Lundvall, Bengt-Åke. 2007. "Innovation System Research Where it came from and where it might go." *Fifth Globelics Conference.* Saratov: Working Paper Series. 19-23.

Lundvall, Bengt-Åke. 2007. "Innovation System Research Where it came from and where it might go." *Fifth Globelics Conference.* Saratov: Working Paper Series. 19-23.

Lundvall, Bengt-Åke, and Peter Maskell. 2000. "Nation states and economic development: From national systems of production to national systems of knowledge creation and learning." In *The Oxford Handbook of Economic Geography*, by G L Clark, M P Feldman and M S Gertler, 352-373. Oxford: Oxford University Press.

Malerba, F. 2004. *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of six major sectors in Europe.* Cambridge: Cambridge University Press.

Martin, Ron. 2008. "A companion to economic geography." In *Institutional approaches in economic geography*, by E Sheppard and T J Barnes, 77-94. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.

Martin, Ron. 2010. "Roepke lecture in economic geography-rethinking regional path dependence: Beyond Lock- in to Evolution." *Economic Geography* 86 (1): 1-27.

Moulaert, F, and F Sekia. 2003. "Territorial Innovation Models: A Critical Survey." *Regional Studies* 289-302.

Nelson, R. 2008. "What enables rapid economic progress: What are the needed institutions?" *Research Policy* 37 (1): 1-11.

Nelson, Richard R. 1993. *National innovation systems: A comparative analysis.* Oxford: Oxford University Press.

North, D. C“ .۱۹۹۱ .Institutions ”.*Journal of Economic Perspectives*.۱۱۲-۹۷ :(۱) ۵

Perez, Carlota . 2010. "Technological revolutions and techno-economic paradigms." *Cambridge Journal of Economics* 1 (34): 185-202.

Perlin, J. 1999. *From Space to Earth: The Story of Solar Electricity.* Michigan: Aatec Publications.

Pillot, B, M Museli, P Poggi, and J Dias. 2019. "Historical trends in global energy policy and renewable power system issues in Sub-Saharan Africa: The case of solar PV." *Energy Policy* 127: 113-124.

Ren ۲۰۱۷. ۲۱*Advancing the Global Renewable Energy Transition* .Paris: France.

Rusco, F. 2012. *Renewable Energy: Federal Agencies Implement Hundreds of Initiatives.* California: Createspace Independent Publishing Platform.

Shubbak, M. 2019. "The technological system of production and innovation: The case of photovoltaic technology in China." *Research Policy* 48 (4): 993-1015.

Suurs, R, P Hekkert, S Kieboom و ,R Smits" ۲۰۱۰. .Understanding the formative stage of technological innovation system development: The case of natural gas as an automotive fuel ".*Energy Policy*.٤٣١-٤١٩ :(١) ٣٨

Tiwari, G.N و ,S Dubey ۲۰۰۹. .*Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications* .Cambridge: The Royal Society of Chemistry.

White, W, A Lunnan, and B Kulisic. 2013. "The role of governments in renewable energy: The importance of policy consistency." *Biomass and Bioenergy* (57) 97-115.

Wieczorek, A. J, and M. P Hekkert. 2012. "Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars." *Science and Public Policy* 39 (1): 74-87.