نشریه علمی – پژوهشی بهبود مدیریت
سال دوازدهم، شماره ۲، پیاپی ۴۰، تابستان ۱۳۹۷
صفحات ۱۷۱ - ۱۴۱

ارائه چارچوب توصیف گذار حوزه‌های فنّاورانه بر اساس رویکرد تحلیل چندسطحی: (مطالعه موردی: گذار انرژی‌های بادی و خورشیدی در ایران)

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۱۷)

سید مسلم موسوی‌درچه[۱*]، محمدامین قانعی‌راد[۲]، حسن کریمیان[۳]، هدیه زنوزی‌زاده[۴]، ناصر باقری مقدم[۵]

چکیده

با افزایش نیاز جوامع امروزی به‌ویژه جوامع درحال‌توسعه نظیر ایران به حامل‌های انرژی و با توجه به پایان‌پذیری سوخت‌های فسیلی و همچنین تأثیرات زیست‌محیطی این نوع سوخت‌ها، ضرورت کشف و استفاده از منابع انرژی جدید بیش‌ازپیش اهمیت یافته است. انرژی‌های نو و تجدیدپذیر به‌عنوان منابع انرژی تمام‌نشدنی، رایگان، دوستدار محیط‌زیست و قابل‌دسترس در اغلب نقاط، می‌توانند مکمل مناسبی برای سوخت‌های فسیلی باشند. در کشور ایران نیز با توجه به دلایل بیان‌شده، تمرکز بر این حوزه فنّاورانه بیشتر شده است. در این راستا، هدف از این مقاله توصیف فرآیند گذار انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران است تا بتوان به این سؤال پاسخ داد که آیا گذار در انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران در حال وقوع است یا خیر؟ درواقع در این مقاله، روند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران با تکیه بر مطالعات گذار، براساس سطوح آشیانه، رژیم و دورنما توصیف شده است. ابتدا رویدادهای مهم در این حوزه از شروع تا به امروز در سه سطح آشیانه، رژیم و دورنما تشریح شده است و درنهایت، مراحل گذار انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران در چهار مرحله با ترکیب رویکرد چندسطحی و چندمرحله‌ای توصیف شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه مشخص می‌شود که اولاً ایران هم‌اکنون در ابتدای شروع فرآیند گذار و در مرحله اوج‌گیری است. همچنین در کشورهای درحال‌توسعه بهتر است دسترسی به آشیانه‌های بالغ به‌جای وجود آشیانه‌های بالغ در این کشورها مدنظر قرار گیرد تا بتوان تحلیل دقیق‌تری از گذار در این‌گونه کشورها ارائه کرد. ضمن اینکه جدای از عوامل فشار محیط کلان و دسترسی به آشیانه‌های بالغ دیگر کشورهای توسعه‌یافته، جایگزینی سیاست‌های معطوف به بازار به‌جای سیاست‌های تحریک طرف عرضه بدون توجه به بازارسازی، در مراحل اخیر گذار، یکی از عوامل اثرگذار بر تسریع روند شروع گذار در این نوع از فناوری‌ها در ایران بوده است.

واژگان کلیدی:
توصیف گذار فنّاورانه؛ تحلیل چندسطحی؛ مراحل گذار؛ انرژی‌های تجدیدپذیر؛ ایران.

۱*- دانشجوی دکتری مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران (نویسنده مسئول): Majidi31@yahoo.com
۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران
۳- کارشناس ارزیابی و کنترل استراتژیک گروه مپنا، تهران
۴- کارشناس انجمن انرژی‌های تجدیدپذیر ایران، تهران
۵- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران

۱- مقدمه

با بررسی وضعیت فعلی انرژی ایران مشاهده می‌شود که ۷۰/۸ درصد از انرژی تولیدی در کشور از نفت خام، ۲۸/۱ درصد از گاز طبیعی و ۰/۴ درصد از زغال سنگ حاصل شده است و تنها ۰/۷ درصد آن از انرژی آبی تولید می شود. از طرف دیگر، رشد سالیانه مصرف انرژی کشور در حدود ۹ درصد است که نیاز به توسعه سیستم انرژی کشور را ضروری می‌نماید. رشد بالای تقاضای سالیانه مصرف انرژی، عدم تنوع در منابع انرژی و اتکای شدید به سوخت‌های پایان‌پذیر فسیلی با آلایندگی بالا و سهم بالای صادرات انرژی در تولید ناخالص داخلی کشور، لزوم گذار به سمت انرژی‌های پاک را نشان می‌دهد [۱].

ایران روی کمربند خورشیدی زمین قرار دارد که بر اساس پتانسیل‌سنجی‌های صورت پذیرفته، دارای پهنه وسیعی از زمین‌های مسطح با میزان تابش بالاتر از ۲۰۰۰ kwh/m است. همچنین به‌خاطر موقعیت جغرافیایی ویژه، در فصل های مختلف سال، بادهای موسمی و غیرموسمی فراوانی می‌وزد و سرزمین‌های بادخیز بسیاری وجود دارد که امکان برپایی نیروگاه بادی را فراهم می‌سازد.

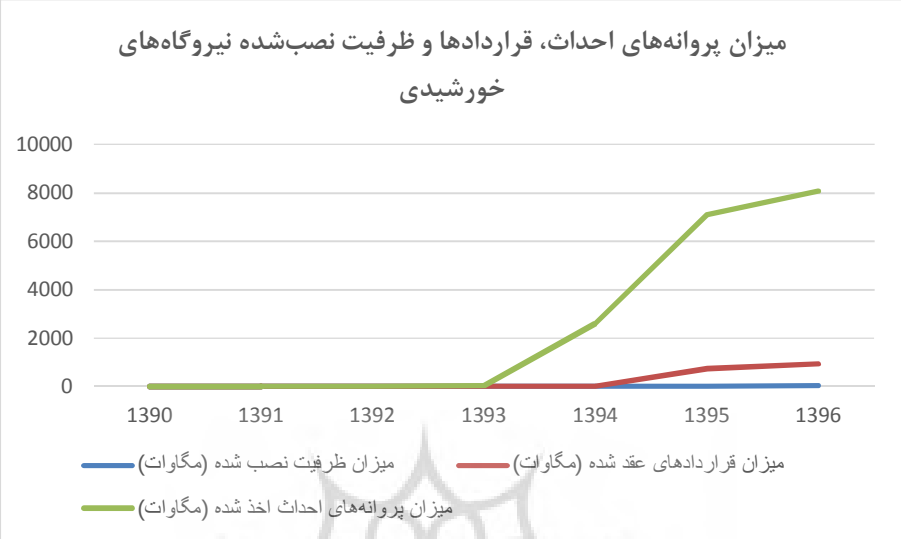
همچنین با توجه به اتفاقاتی که در سال‌های اخیر در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر ایران رخ داده است، می‌توان متوجه شد تغییرات جدی در زمینه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر ایران رخ داده است. در همین زمینه، با توجه به فرآیند اجرایی احداث یک نیروگاه بادی یا خورشیدی، ۳ شاخص اصلی تحلیل می‌شود:

۱- میزان حجم نیروگاه‌های غیردولتی که دارای پروانه احداث و موافقت اصولی با وزارت نیرو جهت احداث هستند. این تعداد در حال انجام مطالعات اولیه فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و اتصال به شبکه جهت احداث نیروگاه هستند و هنوز با وزارت نیرو قراردادی ندارند؛

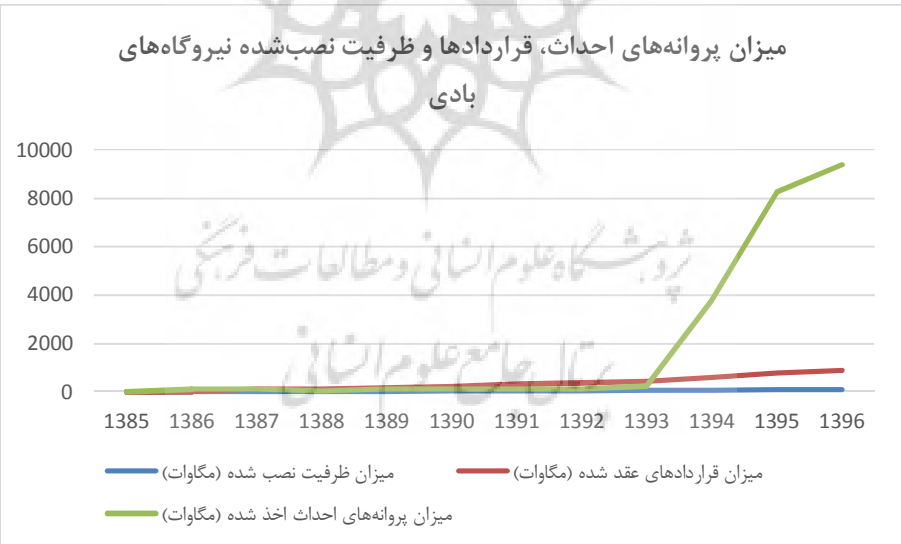
۲- میزان حجم قراردادهای منعقد شده وزارت نیرو با بخش غیردولتی؛ این قراردادها تمامی فرآیندهای مطالعاتی را پشت سر گذاشته و پیمانکاران با وزارت نیرو قرارداد منعقد نموده و در حال احداث نیروگاه هستند؛

۳- میزان حجم نیروگاه‌های راه‌اندازی‌شده و متصل به شبکه که نشان‌دهنده تعداد نیروگاه‌های در حال بهره‌برداری است. این نیروگاه‌ها در حال فروش برق به شبکه انتقال یا توزیع هستند.

با بررسی این شاخص‌ها می‌توان متوجه شد که هر سه شاخص به‌صورت نمایی در دو سال اخیر رشد یافته‌اند. دو شکل زیر در دو بخش نیروگاه بادی و نیروگاه خورشیدی این سه شاخص را نشان می‌دهد:



شکل ۱- روند رشد نیروگاه‌های خورشیدی (ظرفیت: مگاوات) برگرفته از[۲]



شکل ۲- روند رشد نیروگاه‌های بادی (ظرفیت: مگاوات) برگرفته از[۲]

میزان حجم نیروگاه‌های راه‌اندازی شده در نمودار بعدی به‌صورت اختصاصی نشان داده شده است:

شکل ۳- حجم نیروگاه‌های تجدیدپذیر راه‌اندازی‌شده (برگرفته از [۲])

با این‌وجود و با رشد قابل‌توجه این شاخص‌ها، سؤال اساسی این است که آیا گذاری در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران در حال رخ دادن است یا خیر. برای پاسخ به این سؤال می‌توان از مطالعات گذار برای توصیف فرآیند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران استفاده نمود. تاکنون متخصصان زیادی از مطالعات گذار برای توصیف و تحلیل گذار فنّاوری‌های مختلف بالأخص گذار انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده کرده‌اند. اصلی‌ترین رویکردهای مطالعات گذار بر اساس مطالعات مارکارد و همکاران [۳] عبارت‌اند از: رویکرد مدیریت گذار [۴]، رویکرد تحلیل چندسطحی [۵، ۶]، رویکرد تحلیل استراتژیک آشیانه‌ها (آشیانه‌ها) [۷] و نظام نوآوری فنّاورانه [۸، ۹].

دانشمندان مختلف از رویکردهای متفاوت برای توصیف و تحلیل گذار استفاده کرده‌اند. در ایران نیز مقالات زیادی با استفاده از رویکرد نظام نوآوری فنّاورانه به توصیف و تحلیل توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران پرداخته‌اند ولی باید توجه داشت که بر اساس مطالعات مارکارد و تروفر نظام نوآوری فنّاورانه بیشتر به شکل‌گیری فناوری توجه دارد و توجه چندانی به تفکیک سطح رژیم و آشیانه و همچنین دورنمای سیستم موجود ندارد. همچنین رویکرد نظام نوآوری فنّاورانه به تحلیل در سطح فنّاوری می‌پردازد و برای تحلیل در سطح بخش و صنعت، نیاز است از رویکردهای دیگر مانند تحلیل چندسطحی استفاده نمود [۱۰، ۱۱]. درنتیجه، جای خالی مطالعاتی برای توصیف گذار فنّاورانه در حوزه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران با استفاده از تحلیل چندسطحی حس می‌شود تا بتوان با استفاده از آن، اولاً تأثیرات سطح دورنما را واضح‌تر تبیین کرد. ثانیاً بین سطوح آشیانه و رژیم تفکیک واضح‌تری را ایجاد نمود و درنهایت بتوان کل یا چند فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر را به‌صورت یک صنعت، نه به‌صورت یک فنّاوری، موردبررسی قرار داد. در پایان باید گفت با توجه به اینکه سؤال پژوهش حاضر آن است که آیا گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران در حال رخ دادن است یا خیر، بهترین رویکرد برای پاسخ به این سؤال، استفاده از رویکرد تحلیل چندسطحی بیان‌شده توسط گیلز [۵] با تکیه بر روش

تحقیق مطالعه موردی است.

از طرف دیگر، برخی معتقدند که رویکرد چندسطحی بسیار مفهومی و پیچیده است و درنتیجه، قابل‌اجرا در موارد عملیاتی نیست؛ اما باید گفت متخصصان بسیاری در اقصی نقاط جهان برای توصیف گذار از رویکرد چندسطحی استفاده کرده‌اند و این موضوع نشان می‌دهد که این چارچوب بسیار عملیاتی است. برای مثال، این رویکرد برای تحلیل گذار از کشتی‌های بادی به کشتی‌های بخاری توسط گیلز استفاده شده است [۵]. همچنین برای توصیف گذار از اسب و گاری به اتومبیل و توصیف گذار از هواپیمای پروانه‌ای به توربو جت استفاده شده است [۱۲]. بلز از این رویکرد برای توصیف گذار از کشاورزی صنعتی به سمت کشاورزی ارگانیک و تولید یکپارچه در سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰ در سوئد استفاده کرده است [۱۳]. روان و وربانگ از این رویکرد برای تشریح علت ناکامی نوآوری‌های آشیانه در دو حوزه‌ی کود شیمیایی و پمپ حرارتی[۱] برای ایجاد گذار در بخش برق و کشاورزی استفاده کرده است و علت این ناکامی را عدم تطابق این نوآوری‌ها با قواعد حاکم بر رژیم دانسته است [۱۴]. ون‌دن‌اند و کمپ از این رویکرد برای توصیف گذار از دستگاه‌های محاسبه‌گر (دستگاه‌های بر پایه پانچ کارت) به سمت رایانه‌های امروزی استفاده کرده است [۱۵]. ون دریل و اسکات از این رویکرد برای توصیف گذار از جابه‌جایی دستی بارها به سمت استفاده از آسانسور در فرودگاه روتردام در سال‌های ۱۸۸۰ تا ۱۹۱۰ استفاده کرده است [۱۶]. راون نیز از این رویکرد برای مطالعه آشیانه‌های به وجود آمده توسط سوخت کود شیمیایی و احتراق دوگانه در رژیم برق استفاده کرده است [۱۷]. لورباخ در پایان‌نامه خود برای توصیف گذار از این رویکرد بهره برده است [۱۸]. گیلز اثر بحران اقتصادی- مالی سال ۲۰۱۰-۲۰۱۱ را بر گذار انرژی‌های تجدیدپذیر تشریح کرده است [۲۱]. گیلز نیز مقاله‌ای مروری در رابطه با گذار انرژی‌های سازگار با محیط‌زیست و نو، با استفاده از این رویکرد ارائه کرده است [۲۳].

درواقع، رویکرد تحلیل چندسطحی رویکردی است که گیلز آن را برای توصیف فرآیند گذار در یک صنعت یا بخش ساخته و پرداخته است [۵].

در این مطالعه نیز گذار انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران با استفاده از روش پژوهش مطالعه موردی بر اساس رویکرد تحلیل چندسطحی موردبررسی قرار گرفته است و سپس با تحلیل رویدادهای مهم در سه سطح آشیانه، رژیم و دورنما و اثرگذاری آن‌ها بر میزان انرژی تولیدشده، مراحل گذار را مبنی بر منحنی اس-شکل[۲] مشخص می‌نماید.

در ادامه در بخش دوم، مبانی تحلیل چندسطحی و مسیرهای گذار تبیین شده است و سپس در بخش سوم، روش‌شناسی توصیف یک صنعت بر اساس رویکرد تحلیل چندسطحی شامل سه بخش طراحی پژوهش و ارائه چارچوب مفهومی، نحوه گردآوری داده‌ها و تحلیل داده‌ها تشریح می‌شود و در بخش چهارم، مسیر گذار انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران در سه سطح آشیانه، رژیم و دورنما موردبررسی قرار

---

۱ Heat pump
۲ S-SHAPE

گرفته و مراحل گذار در انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران تبیین شده است.

۲- مبانی نظری مطالعات گذار

تاکنون تعاریف متفاوتی از گذار ارائه شده است. روتمنز [۴] گذار فنّاورانه این‌گونه تعریف کرده است: «گذار یک فرآیند تدریجی از تغییرات اجتماعی، اقتصادی، فنی و فرهنگی است که در آن، جامعه یا یک زیرسیستم مهم از جامعه به‌صورت ساختاری تغییر می‌کند». لورباخ در مقاله ۲۰۰۷ خود بیان می‌کند که «گذارها فرآیندهای دگرگونی هستند که در آن‌ها ساختارها، فرهنگ و نهادها، از یک سیستم اجتماعی–فنی به یک سیستم اجتماعی–فنی جدید تغییر می‌کنند [۲۷]». گیلز [۶] نیز گذار را این‌گونه تعریف می‌کند: «گذارهای اجتماعی–فنی به فرآیندهای پیکره‌بندی مجددی اشاره دارند که توسعه فنّاوری را به همراه تغییرات گسترده‌تری از صنعت، بازار، سیاست و فرهنگ در پی دارد». هکرت و همکاران نیز گذار را به این صورت تعریف می‌نمایند: «برای تغییرات فنّاورانه، تنها تغییر فناوری کافی نیست؛ بلکه تغییراتی در زمینه‌های اجتماعی، مقررات، صنعتی و شبکه‌ای لازم است. تحلیل همزمان این تغییرات در یک ساختار اجتماعی تحت عنوان گذار فنّاورانه شناخته می‌شود [۹]». با در نظر گرفتن این تعاریف و با توجه به تعریف سطح رژیم در رویکرد تحلیل چندسطحی، می‌توان دریافت که وقتی رژیم فنّاورانه در یک حوزه متحول می‌شود، می‌توان گفت گذاری رخ داده است. به‌عبارت‌دیگر، با وجود نوآوری در سطوح آشیانه یا ایجاد فشار از طرف دورنما بر رژیم، تا زمانی که رژیم غالب متحول نشود، نمی‌توان گفت که گذار رخ داده است [۱۲].

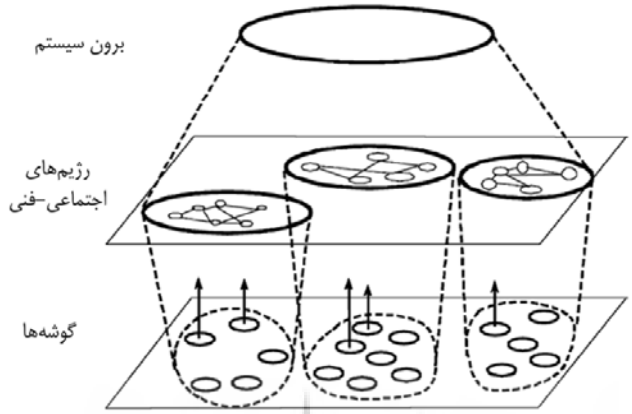
بر اساس پژوهش گرین و همکاران [۲۴] می‌توان از سه رویکرد کلی چندمرحله‌ای، رویکرد چندسطحی و چندالگویی برای توصیف گذار استفاده کرد. در این مقاله سعی شده است که چارچوب مفهومی توصیف گذار براساس ترکیب رویکرد تحلیل چندسطحی و چندمرحله‌ای استفاده شود که در ادامه، این دو رویکرد مفصلاً تشریح شده است.

۲-۱- رویکرد تحلیل چندسطحی

رویکرد چندسطحی رویکردی شبه‌تکاملی است که با در نظرگیری سه لایه‌ی تودرتو[۱] و سلسله‌مراتبی[۲] خرد (آشیانه‌ها[۳])، میانی (رژیم اجتماعی–فنی[۴])، و دورنما (برون سیستم[۵]) به تحلیل مسیر گذار می‌پردازد.

---

۱ Nested
۲ Hierarchy
۳ Niche
٤ Socio-technical regimes
٥ Landscape



شکل ٤- سطوح سه‌گانه رویکرد چندسطحی [٥]

۲-۱-۱- لایه خرد

در این لایه، با ایجاد محیطی حفاظت‌شده و به‌دوراز فشارهای بازار و انتظارات موجود در نظام اجتماعی-فنی موجود، شرایط لازم برای پرورش نوآوری بنیادین فراهم می‌شود [۲۵]. از این محیط‌های حفاظت‌شده، به‌عنوان آشیانه[۱] یا آشیانه نوآوری و از نوآوری‌های پدید آمده در این شرایط، به نوآوری‌های آشیانه[۲] یاد می‌شود. در این لایه، تلاش صورت‌پذیرفته در این جهت است که با ایجاد تنوع، پیشرفت‌دادن نوآوری‌های بنیادین، و تبدیل آن‌ها به طراحی‌های غالب[۳]، به ایجاد تکانه کافی و شرایط لازم برای تغییر نظام اجتماعی-فنی کمک شود.

۲-۱-۲- لایه میانی

بر مبنای مفهوم ارائه‌شده «رژیم‌های فنّاورانه[۴]» توسط نلسون و وینتر [۲۶]، رژیم اجتماعی-فنی توسط گیلز [۵] در رویکرد چندسطحی معرفی شده است. رژیم‌های اجتماعی-فنی به‌عنوان لایه میانی در رویکرد چندسطحی، مشتمل بر کنشگران، نهادها، شبکه‌ها، و فناوری‌های توسعه داده‌شده در پیکره‌بندی نظام موجود و در ابعاد اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و فنّاورانه هستند (فراتر از رژیم‌های فنّاورانه که مشتمل بر ابعاد مهندسی است). این مجموعه دربرگیرنده هفت بُعد فنّاوری‌ها، عادات مصرف و حوزه‌های کاربردی (بازار)، زیرساخت‌ها، ساختار صنعت، اجزای سیاست‌گذاری و دانش‌های فنی است [۵]. از نگاه

---

۱ Niche
۲ Niche innovation
۳ Dominant design
۴ رژیم‌های فنّاورانه مشتمل بر سازمان‌ها، نهادها، و عادات جستجوی مهندسی است که در یک بازه‌ی زمانی بلندمدت شکل می‌گیرند.

عملیاتی، رژیم‌های اجتماعی–فنی را باید در سطح سازمانی[۱] (مشتمل بر بنگاه‌ها، روابط میان آن‌ها، فناوری‌ها و غیره) تعریف نمود تا مفهوم گذار در رژیم از ناپیوستگی فنّاورانه[۲] متمایز شود [۶]. لایه میانی با همگرا کردن مسیر جستجو و راهبری فعالیت‌ها به سمت مقصدی معین، منجر به شکل‌گیری خط سیرهای فنّاورانه[۳] می‌شود.

۲-۱-۳- لایه کلان

بخش مهمی از تأثیراتی که نیروهای محیطی از بیرون سیستم بر آن وارد می‌کنند در لایه کلان موردبررسی قرار می‌گیرد. لایه کلان که از آن به‌عنوان برون‌سیستم[۴] یاد می‌شود را می‌توان دربرگیرنده‌ی عوامل اثرگذار دانست که در کوتاه‌مدت تحت تأثیر نتایج فرآیند نوآوری در لایه‌های خرد و میانی قرار نمی‌گیرد. برون‌سیستم با فراهم آوردن محیطی از تعامل نیروهای مختلف، به نحوه انجام فعالیت‌ها جهت می‌دهد. ازلحاظ ساختاری، برون‌سیستم متفاوت از دو لایه‌ی خرد و میانی بوده و شامل عوامل کلان اقتصادی (مانند میزان رشد اقتصادی)، الگوهای ریشه‌دار اجتماعی (مانند مهاجرت)، توسعه‌های کلان سیاسی (مانند انقلاب‌ها و دولت‌ها) و عوامل زیست‌محیطی (تغییرات آب‌وهوایی) می‌شود [۶]. تأثیر این عوامل (و به تبع آن، لایه کلان) بر لایه‌ی رژیم یا به‌صورت تقویت‌کننده[۵] و در جهت ثبات و پایدارتر نمودن لایه رژیم است یا به‌صورت مخرب[۶] و در جهت از هم پاشیدن ساختار یکپارچه رژیم است. تصور تأثیر لایه کلان در سطوح خرد و میانی نه به‌صورت مکانیکی، بلکه از طریق فعالیت‌های کنشگران درگیر (مانند سرمایه‌گذاری‌ها، تحقیق‌وتوسعه، رقابت و غیره) صورت می‌پذیرد.

۲-۱-۴- پویایی تعاملی میان سطوح سه‌گانه

تحلیل همزمان سطوح سه‌گانه در رویکرد چندسطحی منجر به ایجاد بینش نسبت به فرآیند گذار می‌شود. براساس این رویکرد، گذار در اثر روابط متعامل در میان این سه سطح به وقوع می‌پیوندد. تغییرات به وقوع پیوسته در برون‌سیستم منجر به ایجاد فشار بر رژیم اجتماعی–فنی می‌شود. این فشار وارده باعث ازهم‌پاشیده شدن پیکره‌بندی مستحکم لایه رژیم شده و به باز شدن فضایی تازه برای نوآوری در سطح خرد کمک می‌کند. فضای محافظت‌شده مانند آشیانه نوآوری عمل کرده و شرایط ظهور نوآوری‌های بنیادین را فراهم می‌کند. با تجمیع نوآوری‌ها[۷] در طول زمان، بلوغ آن‌ها و رسیدن به طراحی غالب، تکانه درونی[۸] لازم برای شکل‌گیری نظام اجتماعی–فنی جدید توسط نوآوری‌های آشیانه تأمین می‌شود. همزمانی این تکانه پدید آمده با وجود آشوب در رژیم منجر به جانشینی نوآوری‌ها در ساختار غیر پایدار

---

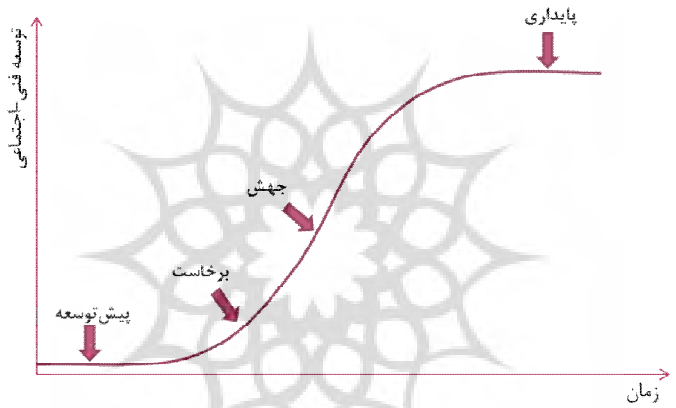
۱ Organizational field
۲ Technological discontinuities
۳ Technological trajectory
٤ Landscape
٥ Reinforcing
٦ Destructive
۷ Niche accumulation
۸ Internal momentum

رژیم موجود می‌شود. وقوع هر جانشینی زمینه را برای ورود نوآوری‌های بعدی بـه سـاختار رژیـم فـراهم کرده و از طریق رخداد پیاپی جانشینی‌ها، پیکره‌بندی جدیدی در قالب مسیر گذار به وقوع می‌پیوندد.

۲-۲- رویکرد مرحله‌ای

گذار مجموعه‌ای از تغییرات است که در حوزه‌های مختلف به وقوع می‌پیوندد، وقوع هـر تغییـر زمینـه را برای تغییرات در حوزه‌های دیگر فراهم می‌کند. اما این تغییرات بنیادین و تکامل‌ها بـه‌طـور همزمـان در حوزه‌های مختلف به وقوع پیوسته و ماهیت تدریجی دارد.

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این تغییر فنّاورانه، چندبعدی و مرحلـه‌ای بـودن آن اسـت. پـیش توسـعه، برخاست، جهش و پایداری چهار مرحله در تکامل مسیر گذار هستند (شکل زیر).



شکل ۵- مراحل تکاملی گذار [٤]

- پیش توسعه[۱]: این مرحله با عدم‌تغییر محسوس در شرایط کنونی همراه بوده و مأموریـت اصـلی آن، ایجاد تنوع در نظام‌های اجتماعی–فنی است. در این حالت تعادل پویا در نظام اجتماعی–فنی برقرار است.
- برخاست[۲]: تغییرات ابتدایی در پیکره‌بندی موجود ظهور کرده و تکانه لازم برای ایجاد دگرگونی در نظام اجتماعی–فنی فراهم می‌شود.
- جهش[۳]: تغییرات محسوس و گسترده در نظام اجتماعی–فنی پدید آمده و فرآیندهای یادگیری و انتشار دانش و تغییرات نیز به وقوع می‌پیوندد.
- پایداری[۴]: پیکره‌بندی جدیدی شکل‌گرفته و تعادلی پویا در نظام اجتماعی–فنی برقرار می‌گردد.

---

۱ Pre-development
۲ Take-off
۳ Acceleration
٤ Stabilization

این مراحل به صورت یک منحنی اس-شکل نشان داده می‌شود. لورباخ [۲۷] بیان می‌کند که طبیعت تغییر و سرعت آن در هر یک از مراحل تغییر می‌کند. در مرحله‌ی اول، یک تغییر خیلی کوچک قابل‌مشاهده در سطح اجتماعی وجود دارد. شرکت‌های کوچک تحت تأثیر این تغییرات، آزمایش‌های زیادی را انجام می‌دهند تا راهی برای تطبیق با وضعیت موجود بیابند. آغاز اجرا و موفقیت، در مرحله‌ی دوم فرآیند تغییر شروع می‌شود. در مرحله سوم، تغییرات ساختاری در یک مسیر قابل‌مشاهده در سطح اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی، زیست بومی و فنّاوری که نسبت به یکدیگر عکس‌العمل نشان می‌دهند، اتفاق می‌افتد. در طی این مرحله، فرآیندهای یادگیری جمعی و نیز فرآیندهای انتشار و جاسازی[۱] صورت می‌پذیرد. و نهایتاً در مرحله‌ی پایانی، سرعت تغییر اجتماعی کاهش یافته و یک تعادل پویا و جدید حاصل می‌شود [۲۷].

۳- روش تحقیق

در این مطالعه با توجه به شواهدی که در مورد توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران وجود دارد، تلاش می‌شود با توصیف فرآیند گذار انرژی‌های تجدیدپذیر به این سؤال پاسخ داده شود که آیا گذاری در بخش برق ایران در حال رخ دادن است.

درنتیجه بر اساس سؤال پژوهش، این تحقیق از روش مطالعه موردی بر اساس سؤال پژوهش استفاده می‌کند. بر اساس مطالعات ین [۲۸] فرآیند اجرای پژوهش شامل مراحل طراحی پژوهش و تعریف چارچوب مفهومی، آماده‌سازی و جمع‌آوری داده‌ها و سپس تحلیل داده‌هاست. به‌عبارت‌دیگر در این پژوهش، ابتدا چارچوب مفهومی بر اساس مطالعات گذار و رویکرد تحلیل چندسطحی استخراج شده، پس از آن بر اساس این چارچوب مفهومی داده‌ها گردآوری می‌شود و سپس این داده‌ها برای رسیدن به پاسخ پژوهش مورد تحلیل قرار می‌گیرند.

در ادامه، هر یک از مراحل مفصلاً تشریح می‌شود:

۳-۱- طراحی پژوهش

در این مقاله، چارچوب مفهومی توصیف فرآیند گذار بر اساس مبانی نظری با ترکیب دو الگوی چندسطحی و چندمرحله‌ای ارائه شده است که می‌توان بر اساس آن داده‌ها را گردآوری و تحلیل نمود. در ادامه، چارچوب مفهومی تشریح می‌شود:

۳-۱-۱- توسعه مبانی نظری و ارائه چارچوب مفهومی

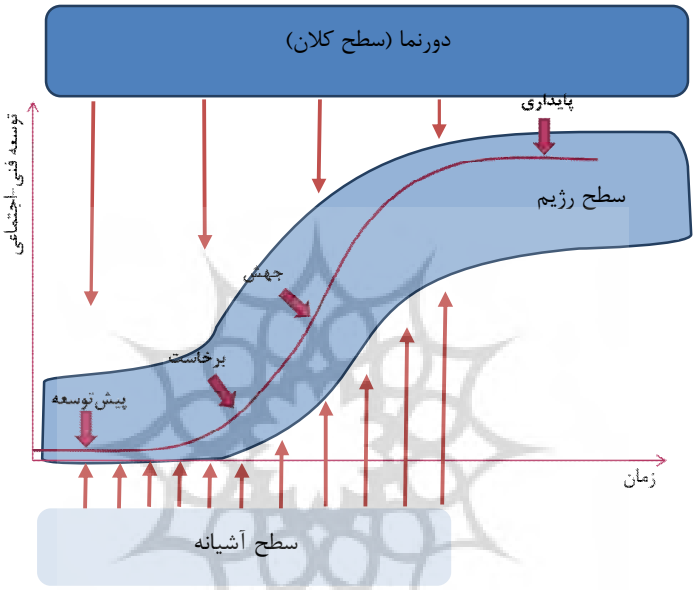
در این مقاله سعی شده است فرآیند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران بر اساس مفهوم گذار تعریف شود و از رویکرد تحلیل چندسطحی و رویکرد مرحله‌ای گذار به‌عنوان مدل مرجع استفاده شود. با

---

[۱] Embedding

گردآوری داده‌ها بر اساس چارچوب مفهومی مستخرج از مبانی نظری می‌توان به سؤالات پژوهش پاسخ داد.

شکل زیر مدل مفهومی توصیف گذار را بر اساس ترکیب رویکرد چندسطحی و چندمرحله‌ای نشان می‌دهد:



شکل ٦- چارچوب مفهومی توصیف فرآیند گذار

در این مقاله بر اساس این شکل، داده‌های موردنیاز برای تحلیل فرآیند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش برق جمع‌آوری می‌شود و سپس داده‌ها مورد تحلیل قرار می‌گیرد.

۳-۱-۲- ارزیابی کیفیت طرح پژوهش

برای ارزیابی کیفیت طراحی پژوهش از چهار معیار روایی ساختاری، روایی درونی، روایی بیرونی و پایایی[۱] استفاده می‌کنند [۲۸]. به دلیل اینکه این مقاله، مطالعه‌ای توصیفی و اکتشافی است، روایی درونی اهمیت ندارد و در ادامه، سه معیار دیگر برای ارزیابی کیفیت طرح پژوهش موردبررسی قرار می‌گیرد.

۳-۱-۲-۱- روایی ساختاری

برای نشان دادن روایی ساختاری باید به دو موضوع توجه شود: ۱- تعریف موضوع توسعه انرژی‌های

[۱] (a) construct validity, (b) internal validity, (c) external validity, and (d) reliability

تجدیدپذیر بر اساس یک مفهوم خاص؛ ۲- شناسایی معیارهای اندازه‌گیری خاص که بتوان بر اساس آن، موضوع موردمطالعه را به آن مفهوم متصل کرد.

در این پژوهش، از مفهوم مطالعات گذار برای توصیف فرآیند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده شده است و از سه سطح آشیانه، رژیم و دورنما برای اتصال موضوع موردنظر (توصیف فرآیند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر) به این مفهوم استفاده شده است.

از طرف دیگر، دو ابزار مهم در مرحله گردآوری داده‌ها برای افزایش روایی ساختاری وجود دارند که عبارت‌اند از: استفاده از منابع متعدد[۱] و ایجاد زنجیره‌ای از مشاهدات[۲]. در این مقاله نیز در مرحله گردآوری داده‌ها، هم از منابع چندگانه برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده شده است و هم از ایجاد زنجیره‌ای از شواهد استفاده شده است تا روایی ساختاری پژوهش افزایش یابد.

۳-۱-۲-۲- روایی بیرونی

روایی بیرونی درواقع قدرت تعمیم روش و نتایج را برای موارد مشابه نشان می‌دهد. ازآنجایی‌که در پژوهش‌های تک موردی[۳] استفاده از تئوری قوی نشان از روایی بیرونی دارد و در این مقاله نیز از تئوری بسیار قوی برای توصیف استفاده شده است می‌توان گفت که نتایج این مطالعه را می‌توان به دیگر حوزه‌ها در ایران و در کشورهای درحال‌توسعه تعمیم داد.

۳-۱-۲-۳- پایایی

پایایی درواقع بدین معنا است که اگر پژوهشگر دیگری از این روش برای توصیف انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران استفاده کند، آیا به همین نتایج دست می‌یابد یا خیر. برای اثبات این موضوع، ابزارهایی در مرحله گردآوری داده‌ها وجود دارد که عبارت‌اند از: استفاده از قواعد مطالعه موردی[۴] و ایجاد یک پایگاه داده برای مطالعه موردی[۵] [۲۸]. در این مقاله نیز در مرحله‌ی جمع‌آوری داده‌ها، هم پایگاه داده ایجاد شده است و هم از قواعد مشخص مطالعه موردی[۶] استفاده شده است تا پایایی پژوهش افزایش یابد. به‌عبارت‌دیگر، وقایع به گونه‌ایی توصیف شده‌اند که دیگران به‌راحتی می‌توانند از آن‌ها استفاده کنند. درواقع با تقسیم‌بندی وقایع در سه سطح آشیانه، رژیم و دورنما و با عنایت به تعاریف دقیقی که از این موارد در مبانی نظری وجود دارد، می‌توان اطمینان حاصل کرد که این پژوهش از پایایی بالایی برخوردار است [۲۸].

---

۱ Use multiple sources of evidence
۲ Establish chain of evidence
۳ Single-case studies
٤ Use case study protocol
٥ Develop case study database
۶ بر اساس چارچوب مفهومی، پرسشنامه‌هایی طراحی شده است و با استفاده از آن‌ها مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته صورت پذیرفته است.

۳-۲- گردآوری داده‌ها

جمع‌آوری داده‌ها بر اساس ین [۲۸] شامل منابع شش‌گانه اسناد، آرشیوها، مصاحبه‌ها، مشاهده مستقیم، مشاهده مشارکتی و مصنوعات فیزیکی[۱] می‌شود. همان‌طور که ین [۲۸] اشاره می‌کند، بهتر است که در مطالعه موردی از چندین منبع برای گردآوری داده‌ها استفاده شود تا روایی ساختاری[۲] داده‌ها افزایش یابد. در این پژوهش نیز سعی شده است هم از اسناد و هم از مصاحبه‌ها برای گردآوری داده‌ها استفاده شود. برخی از مهم‌ترین اسناد موردمطالعه به شرح زیر است:

جدول ۱- برخی از مهمترین اسناد استفاده شده در توصیف فرآیند گذار انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران

ردیف	عنوان سند
۱	مطالعات راهبردی سند ملی توسعه دانش‌بنیان انرژی‌های تجدیدپذیر
۲	مطالعات راهبردی سند ملی توسعه صنعت انرژی بادی کشور
۳	مطالعات راهبردی توسعه صنعت انرژی خورشیدی ایران
۴	نقشه راه توسعه فناوری انرژی بادی
۵	نقشه راه توسعه فناوری انرژی خورشیدی
۶	مطالعات راهبردی سازمان انرژی‌های نو ایران
۷	قوانین اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی جمهوری اسلامی ایران
۸	قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت
۹	قانون اصلاح الگوی مصرف
۱۰	قوانین بودجه از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۶
۱۱	قانون حمایت از صنعت برق
۱۲	قانون هدفمندی یارانه‌ها
۱۳	ترازنامه انرژی سال‌های دهه ۸۰ و ۹۰
۱۴	گزارش‌های آمار تفصیلی صنعت برق (۱۳۴۶ تا ۱۳۹۶)
۱۵	اساسنامه سانا
۱۶	اساسنامه ساتبا
۱۷	سیاست‌های کلی نظام در حوزه انرژی
۱۸	نقشه جامع علمی کشور
۱۹	سیاست‌های کلی نظام در زمینه اصلاح الگوی مصرف
۲۰	مصوبه هیئت دولت در زمینه تأمین حداقل ۲۰ درصد انرژی ساختمان‌های دولتی از تجدیدپذیر
۲۱	سیاست‌های کلی نظام در زمینه آمایش سرزمین
۲۲	اساسنامه انجمن انرژی‌های تجدیدپذیر ایران
۲۳	قانون خرید تضمینی برق

۱ Documents, archival records, interviews, direct observation, participant-observation, and physical artifacts.
۲ Internal validity

همچنین برخی از اهم افراد مورد مصاحبه به شرح زیر هستند:

جدول ۲- برخی از افراد مورد مصاحبه به منظور توصیف فرآیند گذار

ردیف	عنوان	سابقه در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر
۱	مدیرعامل سابق سانا	بیش از ۲۵ سال
۲	معاونت برنامه‌ریزی و توسعه سابق سانا	بیش از ۲۵ سال
۳	معاونت فنی اسبق سانا	بیش از ۲۵ سال
۴	معاونت فنی سابق ساتبا	بیش از ۲۵ سال
۵	معاونت برنامه‌ریزی سابق ساتبا	بیش از ۲۵ سال
۶	مدیرعامل مپنا	بیش از ۲۰ سال
۷	وزیر سابق نیرو	بیش از ۳۰ سال
۸	رئیس هیئت‌مدیره انجمن انرژی‌های تجدیدپذیر	بیش از ۱۵ سال
۹	مدیرعامل شرکت انرژی‌های تجدیدپذیر مپنا	بیش از ۱۰ سال
۱۰	مدیرعامل شرکت مپنا پارس	بیش از ۱۰ سال
۱۱	مدیرعامل شرکت صبا نیرو	بیش از ۱۰ سال
۱۲	مؤسس شرکت الکترونیک سازان سمنان	بیش از ۳۰ سال
۱۳	مؤسس شرکت هدایت نور یزد	بیش از ۳۰ سال
۱۴	دبیر سابق ستاد توسعه فنّاوری انرژی‌های تجدیدپذیر	بیش از ۱۰ سال
۱۵	معاون سابق ستاد توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر	بیش از ۱۰ سال
۱۶	عضو هیئت‌علمی دانشگاه تهران	بیش از ۳۵ سال
۱۷	عضو هیئت‌مدیره انجمن انرژی‌های تجدیدپذیر	بیش از ۳۰ سال
۱۸	معاون شرکت بهینه‌سازی مصرف انرژی	بیش از ۵ سال
۱۹	کارشناس برنامه‌ریزی ساتبا	بیش از ۱۵ سال
۲۰	مدیر سابق دفتر انرژی خورشیدی ساتبا	بیش از ۱۵ سال
۲۱	کارشناس وزارت نیرو	بیش از ۱۰ سال
۲۲	معاون شرکت توانیر	بیش از ۱۰ سال
۲۳	معاون شرکت مدیریت شبکه برق	بیش از ۱۰ سال
۲۴	مشاور فعلی مدیرعامل ساتبا	بیش از ۱۰ سال
۲۵	مدیر دفتر روابط بین‌الملل ساتبا	بیش از ۱۵ سال
۲۶	رئیس مرکز مدیریت نیروگاه‌های برق‌آبی	بیش از ۲۰ سال
۲۷	معاون برنامه‌ریزی مرکز مدیریت نیروگاه‌های برق‌آبی	بیش از ۲۰ سال
۲۸	مؤسس انجمن انرژی بادی ایران	بیش از ۱۵ سال
۲۹	مشاور معاون برق و انرژی وزارت نیرو	بیش از ۱۵ سال
۳۰	کارشناس برنامه‌ریزی راهبردی مپنا	بیش از ۸ سال

همچنین محقق با برگزاری دو همایش بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر و هم به‌عنوان مدیر انجمن انرژی‌های تجدیدپذیر، اطلاعات جامع و کاملی از فرآیند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران و جهان به دست آورده است و در این حوزه بیش از ۱۲ سال تجربه زیسته دارد.

در ضمن همان‌طور که در بخش قبلی اشاره شد، در این مرحله از چهار ابزار استفاده از منابع متعدد، ایجاد زنجیره‌ای از مشاهدات، قواعد مطالعه موردی و ایجاد یک پایگاه داده برای مطالعه موردی، برای افزایش روایی ساختاری و پایایی پژوهش استفاده شده است.

۳-۳- روش تحلیل داده‌ها

تحلیل داده‌ها شامل بررسی، دسته‌بندی، تطبیق یا ترکیب داده‌ها است تا نتایجی را در رابطه با موضوع موردمطالعه بیان نماید. در رویکرد مطالعه موردی، چهار استراتژی تحلیل وجود دارد که عبارت‌اند از: تکیه بر گزاره‌های برآمده از مبانی نظری، تحلیل داده‌ها مبتنی بر موردمطالعه، استفاده از دادهای کیفی و کمی برای داده‌ها و درنهایت، آزمودن تبیین‌های رقیب[۱] [۲۸]. در این مقاله، استراتژی تحلیل، تکیه بر گزاره‌های برآمده از مبانی نظری است و سعی شده است با ایجاد توصیفات کیفی بر اساس چارچوب مفهومی ارائه‌شده، گزاره‌های برآمده از مبانی نظری در گذار انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران موردبررسی قرار گیرد. همچنین ازآنجایی‌که هدف از این مطالعه ارائه سیاست‌های توسعه و نتایج نهایی برای انرژی‌های تجدیدپذیر نبوده و صرفاً توسعه ایده‌هایی برای انجام مطالعات بعدی برای سیاست‌گذاری این حوزه در کشور است، از میان روش‌های موجود در روش تحقیق مطالعه موردی از ساخت تبیینی[۲] برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است و ازآنجایی‌که منطق تبیین‌های بیان‌شده در فرآیند گذار این حوزه در ایران با منطق گزاره‌های موجود در مبانی نظری تطبیق دارد، می‌توان گفت این تحلیل از قوت بالایی برخوردار است [۲۸]. در ادامه، یافته‌های این پژوهش در قالب توصیف فرآیند گذار انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران تبیین می‌شود.

٤- توصیف فرآیند گذار انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران

٤-۱- مرحله اول؛ پیش از دهه ۷۰: پیش از توسعه

در این دوران، اتفاق قابل‌توجه و مهمی در حوزه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران رخ نداده بود.

٤-۱-۱- سطح دورنما

در آن دهه، برخی از پیشرفت‌های فنّاورانه در کشورهای توسعه‌یافته آن زمان و همچنین ملاحظات محیط‌زیستی در کشورهای توسعه‌یافته، منجر به این شد که برخی از اتفاقات پراکنده و جزئی در برخی از

---

۱ Relying on theoretical propositions, developing case descriptions, using both quantitative and qualitative data, and examining rival explanations

۲ Explanation Building

مراکز دولتی و تحقیقاتی صورت پذیرد. قیمت سوخت‌های فسیلی در دنیا و همچنین ذخایر بالای سوخت‌های فسیلی در ایران نمی‌توانست عامل و محرک قوی نسبت به حضور فنّاوری‌های انرژی‌های نو در ایران باشد.

٤-١-٢- سطح رژیم

عمده توجهات مسئولین در آن زمان، صرف توسعه نیروگاه‌های گازی و بخاری شده بود و با توجه به رشد جمعیتی نسبتاً بالا در ایران و رشد مصرف بسیار بالای برق، نیاز به رشد سریع میزان تولید برق شده بود. تنها منبع کافی و مطمئن در ایران نیز ذخایر گازی بود که منجر به توسعه نیروگاه‌های گازی در کشور شد.

٤-١-٣- سطح آشیانه

فعالیت‌های مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران به‌صورت جدی از اوایل دهه ۷۰ شروع شد. هرچند که از سال‌های بسیار دور استفاده از آسیاب‌های بادی و بادگیرهای یزد در ایران مرسوم بوده است. همچنین فعالیت‌های شخصی و مطالعاتی ازجمله تدوین برخی کتب، انجام پایان‌نامه و دیگر فعالیت‌های تحقیقاتی و دانشگاهی نیز از اواخر دهه ۴۰ و دهه ۵۰ در این حوزه صورت گرفته بود.

همچنین در دهه ۶۰، وزارت پست، تلگراف و تلفن برای تأمین انرژی دکل‌های آنتن خود، از صفحات خورشیدی وارداتی استفاده کرده بود که همین موضوع منجر به این شد که در سال ۱۳۶۸ و به سفارش وزارت پست، تلگراف و تلفن، خط تولید مونتاژ صفحات خورشیدی به ایران وارد شود و شرکت فیبر نوری و سلول خورشیدی در ایران تأسیس شود.

علاوه بر این موارد، مأموریت تحقیق و توسعه و آشنایی با انواع انرژی‌های نو در ایران به سازمان انرژی اتمی محول شد. در همین راستا، مرکز تحقیقات و کاربرد انرژی‌های نو در سازمان انرژی اتمی ایران شکل گرفت. همچنین مطالعاتی در زمینه شناسایی پتانسیل‌های انرژی‌های بادی و خورشیدی در آن زمان صورت پذیرفت.

٤-٢- مرحله دوم؛ دهه ۷۰: فاز آشنایی (سال ۱۳۷۲ تا سال ۱۳۸۳)

٤-٢-١- سطح دورنما

در این دوره نیز مانند دوره قبل، سرعت رشد انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای مختلف مانند کشورهای اروپایی و برخی از کشورهای آسیایی بسیار چشم‌گیر بوده که باعث می‌شود برخی از متخصصین این حوزه در داخل کشور و همچنین برخی از سیاست‌گذاران به این حوزه ورود کنند.

٤-۲-۲- سطح رژیم

این دوره، دوره قدرت گرفتن بیش‌ازپیش نیروگاه‌های فسیلی و نیروگاه‌های آبی بزرگ در ایران است. به‌طوری‌که رشد تولید و توسعه نیروگاه‌های گازی و سیکل ترکیبی در کشور با سرعتی چند برابر در کشور توسعه می‌یابد.

در حوزه نیروگاه‌های حرارتی، گروه مپنا با تأسیس «شرکت مدیریت پروژه‌های نیروگاهی ایران» یا به‌اختصار «مپنا» در سال ۱۳۷۲ و توسط وزارت نیروی جمهوری اسلامی ایران شکل می‌گیرد.

در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر، اولین صفحات خورشیدی ایرانی در سال‌های ابتدایی دهه ۷۰ توسط شرکت فیبر نوری و سلول خورشیدی که در سال ۱۳۶۸ در تهران تأسیس شده بود، ساخته شد.

در سال ۷۲، طراحی یک نیروگاه بزرگ سهموی حرارتی نیز در یزد آغاز شد که بعدها با وجود کاهش ظرفیت باز هم به مرحله اجرا نرسید.

در سال ۷۳، اولین اقدام اجرایی در زمینه نیروگاه‌های بادی با نصب اولین دکل اندازه‌گیری سرعت در منجیل و دریافت بودجه خرید توربین صورت گرفت.

سازمان انرژی‌های نو (سان) در سال ۱۳۷۴ تأسیس شد. این سازمان غیردولتی وابسته به وزارت نیرو بود و در این زمان وظیفه تصدی‌گرایانه داشت.

در سال ۷۹، سازمان انرژی اتمی اقدام به عقد قراردادی با شرکت خصوصی سدید نمود. طی این قرارداد که برای نصب ۹۰ مگاوات توربین بادی در منجیل صورت گرفته بود، شرکت سدید موظف به نصب ۱۲۳ توربین ۲۶۰ کیلوواتی و به‌اندازه ۸/۵ مگاوات توربین‌های ۵۵۰ و ۳۰۰ کیلوواتی با همکاری یکی از سه شرکت برتر دنیا شد. بنابراین در سال ۸۰ شرکت صبا نیرو به‌عنوان زیرمجموعه‌ای از شرکت سدید جهت ساخت توربین‌های بادی تأسیس شد و به‌عنوان نماینده رسمی وستاس در خاورمیانه شروع به فعالیت کرد و اولین توربین ۶۶۰ کیلووات خاورمیانه یک سال بعد، یعنی در سال ۸۱، توسط این شرکت در ایران تولید شد.

در همین سال، شرکت دولتی توانیر نیز قراردادی دیگر جهت نصب ۴۳ دستگاه توربین بادی ۶۶۰ در سایت بینالود با شرکت صبانیرو منعقد کرد.

به‌علاوه نیروگاه پارابولیک شیراز نیز در همین سال احداث شد که دستاوردهای بسیاری در زمینه خم کردن شیشه، آینه کردن و... برای کشور ایجاد کرد.

اما از مهم‌ترین رویدادهای دهه ۸۰ (اولین رویداد مهم) 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 زیست‌محیطی و صرفه‌جویی‌های ناشی از عدم مصرف منابع فسیلی و همچنین به‌منظور تشویق سرمایه‌گذاران مبلغ ۹۰۰ تا ۱۳۰۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت را برای خرید آن در نظر گرفته بود. با وجود قیمت پایین و نواقص بسیار، این قانون گام مهمی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر

به‌حساب می‌آید.

٤-۲-۳- سطح آشیانه

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 و همچنین تلاش برای وارد کردن تعدادی توربین بادی به کار خود شتاب بخشید. همزمان با این مرکز، دفتر انرژی‌های نو نیز در وزارت نیرو شکل گرفت. هرچند که قبل از این نیز فعالیت‌هایی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر در کمیته تحقیقات وزارت نیرو انجام گرفته بود که در سال ۷۲ و ۷۳ به این دفتر منتقل شد و شکل جدی‌تری به خود گرفت. به‌صورتی که در همان سال، مرکز مطالعات انرژی وابسته به وزارت نیرو شکل گرفت و بخشی از پروژه‌های تعریف‌شده در دفتر انرژی‌های نو به این بخش واگذار شد.

همچنین در سال ۷۴، پژوهشگاه مواد و انرژی موفق به ساخت یک نمونه از آینه‌های تخت مخصوص سیستم‌های (CRS) برج نیرو شد و در سال ۷۵ نیز شاهد رویدادهایی مانند استفاده از صفحات فتوولتائیک برای پمپ‌های آب در مهرشهر، نصب صفحات فتوولتائیک در برخی مراکز، ساخت و نصب چراغ‌های خیابانی خورشیدی و تولید سفارش برخی محصولات موردنیاز جهت تولید برق از انرژی خورشید در آزمایشگاه الکترونیک صنعتی بودیم.

در سال ۷۴، پروژه طراحی و ساخت توربین بادی ۱۰ کیلوواتی برای روستاهای دور از شبکه آغاز شد. این توربین، در سال ۱۳۸۰ در دانشگاه تبریز نصب شد. همچنین طراحی، ساخت و نصب توربین بادی ۶۰۰ کیلووات توسط مؤسسه آیوازیان در سال ۱۳۸۱ صورت پذیرفته و به بهره‌برداری رسید.

در سال ۱۳۷۶، نیروگاه ۳۰ کیلوواتی استفاده از صفحات تولیدشده در شرکت فیبر نوری شهید قندی در سایت طالقان ایجاد شد.

یک سال بعد، یعنی در سال ۷۷، گروه پژوهشی انرژی‌های تجدیدپذیر پژوهشگاه نیرو با هدف اجرای پروژه‌های کاربردی در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر در صنعت برق کشور شکل گرفت.

٤-۳- مرحله سوم؛ از سال ۱۳۸٤ تا ۱۳۹۱: فاز آگاهی‌بخشی و ترویج

٤-۳-۱- سطح دورنما

تنها اتفاق مهم در سطح دورنمای انرژی‌های تجدیدپذیر در این دوره، تصویب قانون هدفمندی یارانه‌ها در ایران بوده است. در تاریخ ۲۷ آذر ۱۳۸۹، آغاز اجرای قانون هدفمند کردن یارانه‌ها رسماً اعلام شد. مطابق این قانون حوزه انرژی کشور مشمول حذف یارانه و عرضه به قیمت بین‌المللی می‌شود. در مدت پنج سال، یارانه کالاهایی چون بنزین، گازوئیل، گاز، نفت، برق، آب و... حذف شده و آن‌ها با قیمت

بازارهای منطقه خلیج‌فارس عرضه می‌شوند.

٤-۳-۲- سطح رژیم

پس از کارخانه‌های تولیدی شهید قندی، شرکت الکترونیک سازان در سال ۸۴ به‌عنوان دومین مجموعه تولیدکننده صفحات خورشیدی با مأموریت احداث و انتقال دانش فنی و فنّاوری در شهرک صنعتی شرق سمنان تأسیس شد.

در اواخر سال ۱۳۷۸، شورای عالی اداری بنا بر مصوبه مجلس در آذرماه سال ۸۳ تمرکز کلیه فعالیت‌های قانونی مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر (سازمان انرژی اتمی، وزارت جهاد کشاورزی و سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت) را به وزارت نیرو سپرد و پس‌ازآن در فروردین سال بعد (یعنی ۱۳۸۳)، وزارت نیرو این مسئولیت را به سانا (سازمان انرژی‌های نو ایران) واگذار کرد.

در سال ۸۴، سازمان انرژی‌های نو اقدام به تأمین و نصب توربین‌های ۲۶۰ کیلوواتی نمود.

همچنین پروژه بینالود که تا آن زمان کامل نشده بود نیز در سال ۸۶ به سازمان انرژی‌های نو ایران محول و سرانجام در سال ۸۷ تکمیل و توسط رئیس‌جمهور افتتاح شد.

اما یکی از وقایع مهم در زمینه انرژی خورشیدی که در سال ۱۳۸۶ روی داد، شروع طرح برق روستایی بود. در این طرح برق‌رسانی به روستاهای صعب‌العبور که فاقد شبکه برق هستند، در دستور کار قرار گرفت.

در سال ۸۷، قیمت خرید برق از نیروگاه‌های تجدیدپذیر دو برابر شد، اما نتایج قابل‌ملاحظه از طرح‌های پیشنهادی حاصل نشد.

در تیرماه ۱۳۷۸، ستاد توسعه فنّاوری انرژی‌های تجدیدپذیر به‌منظور تجاری‌سازی نتایج حاصل از تحقیق به‌عنوان مهم‌ترین حلقه زنجیره نوآوری در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر تأسیس شد.

دو سال پس از تأسیس شرکت صنایع الکترونیک سازان، کارخانه آیلار سولار در اواخر ۱۳۸۷ تأسیس شد و از سال ۸۸ در خراسان جنوبی شروع به تولید صفحات خورشیدی ۱۰ وات تا ۲۰۰ وات نمود.

در سال ۱۳۸۸، سازمان انرژی‌های نو با کمک شرکت لامایر آلمان پروژه‌ای تحت عنوان پتانسیل‌سنجی بادی ایران به اجرا گذاشت که طبق آن اطلس رنگی مناطق بادخیز ایران تهیه شد. در همان سال، تلاش‌هایی نیز برای تهیه اطلس خورشیدی با همکاری لامایر و دانشگاه شیراز انجام گرفت که به دلیل محدودیت منابع انجام نشد.

در سال ۹۰ نیز انجمن علمی انرژی باد و پژوهشکده انرژی‌های نو تأسیس شد.

دولت در برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی بر اساس ماده ۱۳۹ اعلام کرد، دولت مجاز است با حمایت از بخش خصوصی و تعاونی از طریق وجوه اداره شده و یارانه سود تسهیلات، زمینه تولید تا ۵۰ مگاوات انرژی بادی و خورشیدی را فراهم سازد.

در سال ۹۰، بر اساس بند «ب» ماده ۱۲۳ قانون برنامه پنجم خرید برق تضمینی از منابع تجدیدپذیر

دچار کمی تحول شد و دولت خرید ۵ ساله 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.

در سال ۹۰، تعدادی توربین در مناطق مختلف ایران ازجمله اصفهان، زابل و... نصب شد و طرحی نیز در زمینه انرژی خورشیدی انجام پذیرفت که طی آن صفحات خورشیدی در ۱۰۰ نقطه تهران ازجمله برخی مساجد، ساختمان‌های دولتی، برخی منازل و برخی شرکت‌های برق منطقه‌ای نصب شدند. در این طرح با اعطای وام بلاعوض به‌اندازه ۶۰٪ سرمایه‌گذاری صفحات ۱ تا ۱۰۰ کیلوواتی را در این مراکز نصب و برق را وارد شبکه داخلی ساختمان می‌کردند.

٤-۳-۳- سطح آشیانه

در سال ۸۷، توربین‌های بادی ۶۶۰ کیلوواتی در زابل نصب و در تابستان سال بعد به شبکه متصل شد.

یکی از اتفاقات بسیار مهم در سال ۸۸ پروژه طراحی و ساخت توربین مگاواتی ملی توسط پژوهشگاه نیرو بود. پژوهشگاه نیرو توانست به طراحی توربین بادی دست پیدا کند که از مراجع خارجی تأییدیه دریافت کرده و در سال ۹۴ نیز قراردادی جهت ساخت این توربین‌ها با مپنا امضا شد.

پس از تغییر مجدد قیمت برق حاصل از منابع تجدیدپذیر بین سال‌های ۸۷ تا ۸۹، شاهد اتفاقات جدیدی در این حوزه بودیم. ازجمله خصوصی شدن شرکت بینالود، تأسیس شرکت هدایت نور یزد (شهید قندی سابق) جهت تولید صفحات خورشیدی با ابعاد توان‌های مختلف با فنّاوری روز، تأسیس آزمایشگاه سیستم‌های فتوولتائیک دانشگاه تهران و شروع تدوین سند ملی توسعه باد کشور.

به‌علاوه در سال ۸۹ و ۹۰، شاهد پیشرفت‌های فنّاورانه مانند ساخت ژنراتور توسط شرکت فن ژنراتور، ساخت بشقابک استرلینگ ۱۰ کیلوواتی توسط پژوهشگاه نیرو و ساخت گیربکس توسط قالب‌های صنعتی سایپا بوده‌ایم.

٤-٤- مرحله چهارم؛ ۱۳۹۱ تاکنون: فاز اوج‌گیری توسعه

٤-٤-۱- سطح دورنما

مهم‌ترین اتفاقات سطح دورنما در این دوره عبارت بودند از:

- انجام توافقات ایران با کشورهای ۵ +۱، تحت عنوان برجام و بازشدن فضای سیاسی و اقتصادی کشور و افزایش سقف مراودات تجاری و صنعتی با کشورهای صنعتی؛

توافق جامع و نهایی هسته‌ای وین با عنوان شناخته‌شده و رسمی برنامه جامع اقدام مشترک یا برجام در سه‌شنبه ۲۳ تیر ۱۳۹۴ در وین بین ایران و گروه ۵+۱ (شامل چین، فرانسه، روسیه، انگلستان، آمریکا و آلمان) منعقد شد. طبق این توافق، بسیاری از تحریم‌های اقتصادی، تجاری و صنعتی بین‌المللی برداشته شد. پس از دو سال از اجرایی شدن برجام، حجم تقاضای سرمایه‌گذاری خارجی در حوزه انرژی‌های

تجدیدپذیر ایران به‌ویژه انرژی خورشیدی و بادی به حجم ۴ میلیارد دلار رسید.

- تصویب و اجرای قانون اعطای یارانه به خرید برق از منابع تجدیدپذیر؛
- بر اساس مستندات قانونی (مانند ماده ۶۱ قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی و ماده ۶۲ قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت، ماده ۱ قانون تأسیس وزارت نیرو و مواد ۷ و ۱۲ قانون سازمان برق ایران) در سال ۱۳۹۵، تعرفه خرید برق تضمینی برق از نیروگاه‌های تجدیدپذیر افزایش چشم‌گیری داشت. این تعرفه‌ها برحسب ظرفیت برای مزرعه‌های بادی از ۳۴۰۰ ریال تا ۵۷۰۰ ریال بوده و برای انرژی خورشیدی از ۳۲۰۰ ریال تا ۸۰۰۰ ریال است. این اعداد تقریباً دو تا ۳ برابر تعرفه‌های خرید برق در دیگر کشورهاست و همین موضوع سبب تشویق سرمایه‌گذاران غیردولتی اعم از داخلی و خارجی به این حوزه شد.
- توافق‌نامه محیط‌زیستی پاریس موسوم به COP۲۱ و پایبندی ایران به کاهش ۴ الی ۱۲ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای؛

در سال ۲۰۱۵ در پاریس، قراردادی برای مقابله با تغییرات اقلیمی توسط ۱۹۵ کشور موردتوافق قرار گرفت. هدف بلندمدت توافق پاریس این است که دمای کره زمین تا پایان قرن به جای ۲ درجه، ۱/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد. با توجه به این موضوع، ایران نیز متعهد شده که انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را بین ۴ تا ۱۲ درصد کاهش دهد.

٤-٤-۲- سطح رژیم

در سال ۹۱، شرکت مپنا فعالیت خود را در حوزه ساخت توربین‌های بادی ۲/۵ مگاواتی شروع کرد و نیروگاه‌های خورشیدی ۲۰ کیلوواتی در ۱۷ دانشگاه کشور به‌طور همزمان در همان سال راه‌اندازی شد که باعث گسترش فرهنگ و آشنایی بیشتر دانشجویان و علاقه‌مندان شد.

در سال ۹۲، در ماده ۶۲ قانون بودجه سالیانه دولت، ردیف اعتباری مشخصی برای دریافت مبلغ ۳۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت به‌عنوان عوارض برق جهت خرید برق تجدیدپذیر ایجاد شد. همچنین مجوز عقد قرارداد به روش بیع متقابل با سرمایه‌گذاران بخش خصوصی و دولتی با اولویت استفاده از تجهیزات ساخت داخل (ماده ۱۹ قانون بودجه سال ۹۲) صادر شد.

در سال ۹۲، ساخت آزمایشگاه مرجع در پژوهشگاه نیرو آغاز شد.

در سال ۹۳، شاهد افتتاح نیروگاه ۵۱۷ کیلوواتی خورشیدی آترین پارس در خرداد ۱۳۹۳ و تأسیس فاز ۱ و ۲ نیروگاه قزوین کوهک با ظرفیت‌های ۵ و ۲۰ مگاوات بودیم. این اقدامات در سال ۹۴ با توجه به آیین‌نامه اجرایی ماده ۶۱ برگرفته از قانون اصلاح الگوی مصرف، شتاب بیشتری به خود گرفت. بر اساس این قانون، وزارت نیرو موظف شد برق تولیدی از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر را بر اساس تعرفه‌های جدید که با توجه به منابع مختلف نرخ‌های متفاوت دارد، خریداری نماید و مدت‌زمان خرید که به ۵ سال محدود شده بود، به ۲۰ سال افزایش یافت.

در سال ۱۳۹۴، انجمن حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر تأسیس شد.
سرانجام در سال ۹۵ با وجود اهمیت انرژی‌های پاک، پس از تلفیق سازمان بهره‌وری انرژی ایران و سازمان انرژی‌های نو ایران، سازمان انرژی تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی (ساتبا) شکل گرفت. شروع شکل‌گیری این سازمان ریشه در ماده ۸ قانون اصلاح الگوی مصرف دارد. این قانون که در سال ۸۹ به تصویب رسید، بیان می‌کند وزارت نیرو می‌تواند به‌منظور افزایش بهره‌وری و توسعه تجدیدپذیری نسبت به تأسیس یک سازمان با شخصیتی حقوقی مستقل اقدام نماید و وزارت نیرو می‌تواند ردیف‌های بودجه‌ای مربوط به امور مذکور را از سازمان‌های زیرمجموعه خود به سازمان جدید انتقال دهد.
از سال ۹۵، مزرعه‌های خورشیدی زیادی ازجمله نیروگاه پاک بنا با ظرفیت ۰/۲۲۸ مگاوات در قم، نیروگاه ۷ مگاواتی خلیج‌فارس و نیروگاه ۷ مگاواتی امیرکبیر، نیروگاه شمس‌آباد کرج با ظرفیت ۰/۲۱۵ مگاوات و همچنین نیروگاه ۱۰ مگاواتی جرقویه اصفهان و... تأسیس شده‌اند.
تأسیس فاز سوم نیروگاه قزوین کهک با ظرفیت ۳۰ مگاوات توسط مپنا نیز ازجمله فعالیت‌های بخش خصوصی در سال ۹۵ در زمینه انرژی‌های بادی بوده است.
در قانون برنامه ششم، سهم تجدیدپذیرها از سبد انرژی کشور، مجدداً ۵۰۰۰ مگاوات اعلام شد.

٤-٤-۳- سطح آشیانه

مرکز تحقیقات انرژی‌های نوین تجدیدپذیر دانشگاه آزاد نیز زیر نظر رئیس واحد دماوند و با همکاری معاون پژوهش و فناوری این واحد دانشگاهی در آبان ماه ۱۳۹۵ آغاز نموده بود.
پس‌ازآن، پژوهشگاه انرژی‌های تجدیدپذیر دانشگاه تربیت مدرس با سه گروه پژوهشی بیوماس و بیوانرژی، توسعه تکنولوژی انرژی تمیز و سامانه‌های سوخت منعطف تأسیس شد.

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با توجه به روند طی شده در ۴ دهه گذشته در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر ایران، درمجموع به ۴ مرحله اصلی می‌رسیم که این ۴ مرحله در جدول زیر به‌طور خلاصه ذکر شده است:

جدول ۳- توصیف مراحل گذار انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران در سه سطح دورنما، رژیم و آشیانه

فاز	فاز اول	فاز دوم	فاز سوم	فاز چهارم
سال	پیش از دهه ۷۰	از سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۳	از ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱	از سال ۱۳۹۱ تاکنون
نام مرحله	پیش از توسعه	آشنایی	آگاهی‌بخشی و ترویج	اوج‌گیری توسعه
دورنما	– رشد سرمایه‌گذاری و نصب انرژی‌های بادی و خورشیدی در دنیا – توسعه فنّاوری‌های تجدیدپذیر در دنیا	– رشد سرمایه‌گذاری و نصب انرژی‌های بادی و خورشیدی در دنیا – توسعه فنّاوری‌های تجدیدپذیر در دنیا و کاهش نسبی قیمت	– اجرای مرحله اول هدفمندسازی یارانه‌ها – توسعه فنّاوری‌های تجدیدپذیر در دنیا و کاهش نسبی قیمت	– انجام توافقات ایران با کشورهای ۵+۱ تحت عنوان برجام و بازشدن فضای سیاسی و اقتصادی کشور و افزایش سقف مراودات تجاری و صنعتی با کشورهای صنعتی – تصویب و اجرای قانون اعطای یارانه به خرید برق از منابع تجدیدپذیر – توافق‌نامه محیط‌زیستی پاریس موسوم به COP۲۱ و پایبندی ایران به کاهش ۴ الی ۱۲ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای – توسعه فنّاوری‌های تجدیدپذیر در دنیا و کاهش شدید قیمت

اجرای طرح نصب صفحات خورشیدی در ۱۰۰۰ نقطه – شروع احداث نیروگاه اراک – تدوین استراتژی در ارتباط با راهبردهای توسعه انرژی خورشیدی – تصویب طرح دریافت عوارض برق برای خرید برق تجدیدپذیر – صدور مجوز عقد قرارداد به روش بیع متقابل با سرمایه‌گذاران بخش خصوصی و دولتی – افتتاح نیروگاه خورشیدی آترین پارسیان – تدوین و تصویب سند ملی توسعه دانش‌بنیان انرژی‌های تجدیدپذیر – تأسیس انجمن حمایت از انرژی‌هایی تجدیدپذیر – خرید تضمینی ۲۰ ساله و اعلام نرخ‌های متفاوت برای فنّاوری‌های گوناگون و ظرفیت‌های مختلف – دستیابی به ۳/۵ الی ۴ مگاوات انرژی خورشیدی به‌صورت انشعابی – تدوین نقشه راه توسعه فنّاوری خورشیدی و بادی – الزام سازمان‌های دولتی به تأمین ۲۰ درصد برق خود از انرژی‌های تجدیدپذیر – دائمی شدن عوارض برق تجدیدپذیر – تشکیل ساتبا – احداث نیروگاه پاک بنا – احداث نیروگاه ماد راه ابریشم – احداث نیروگاه شمس‌آباد گرج – نیروگاه جرقویه اصفهان – بهره‌برداری از نیروگاه ۱/۲ مگاواتی رفسنجان – نیروگاه ۲۰ مگاواتی ماهان – شروع ساخت بزرگ‌ترین نیروگاه خورشیدی خاورمیانه در کرمان – افتتاح کارخانه تولید صفحات خورشیدی در شیراز (تابان) – اعلام سهم تجدیدپذیرها از سبد انرژی کشور۵۰۰۰ مگاوات برنامه ششم توسعه – اخذ مجوز و عقد قرارداد خرید تضمینی با بیش از ۲۰۰ شرکت بخش خصوصی توسط دولت	تشکیل سانا به‌عنوان یک شرکت دولتی و تجمیع فعالیت‌ها در وزارت نیرو – تأسیس ستاد توسعه فنّاوری انرژی‌های تجدید پذیر – تصویب و ابلاغ افزایش تعرفه خرید برق – تأکید بر افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و نوین در سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف – تصویب و ابلاغ انرژی‌های نو و تجدیدپذیر به‌عنوان اولویت‌های «الف» علم و فناوری کشور – فراهم آوردن زمینه تولید تا ۵۰۰۰ مگاوات انرژی بادی و خورشیدی در طول برنامه پنجم توسعه کشور – توجه به منابع تجدیدشونده در سیاست‌های کلی آمایش سرزمین ابلاغی مقام معظم رهبری K – عضویت ایران در آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر	توسعه نیروگاه‌های حرارتی (گازی و بخاری) در ایران – شکل‌گیری گروه صنعتی مپنا در حوزه نیروگاه‌های حرارتی – افزایش شدید بودجه‌های دولتی احداث نیروگاه‌های حرارتی و آبی – تأسیس دفتر انرژی‌های نو در وزارت نیرو – تأسیس سازمان انرژی‌های نو معاونت امور انرژی (سان) به‌صورت یک شرکت غیردولتی وابسته به وزارت نیرو – ذکر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در سیاست‌های کلی بخش انرژی مصوب مجمع تشخیص مصلحت نظام ابلاغی توسط مقام معظم رهبری K – تصویب ماده ۶۲ قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت	توسعه نیروگاه‌های حرارتی (گازی و بخاری) در ایران	رژیم

	– تخصیص ۱۷۵ میلیارد ریال از درآمد نفت به توسعه فنّاوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر – دستیابی به دستاورد علمی و اجرایی مهمی در زمینه نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی سهموی خطی – تأسیس شرکت الکترونیک‌سازان – شروع طرح برق‌رسانی روستایی – تأسیس پژوهشکده هواخورشید در دانشگاه فردوسی مشهد – تأسیس کارخانه آریاسولار – تأسیس شرکت هدایت نور یزد – تأسیس آزمایشگاه سیستم‌های فتوولتائیک دانشگاه تهران – توسعه فناوری ساخت بشقابک استرلینگ – تأسیس پژوهشکده انرژی‌های نو دانشگاه امیرکبیر – راه‌اندازی همزمان نیروگاه‌های ۲۰ کیلوواتی خورشیدی در ۱۷ دانشگاه کشور – – تأسیس صنایع تولید انرژی پاک آتیه – تدوین نقشه راه انرژی خورشیدی برای دفتر مقام معظم رهبری K	– تأسیس مرکز مطالعات انرژی وابسته به وزارت نیرو – طراحی پروژه ۳۰ مگاوات انرژی خورشیدی در یزد – احداث نیروگاه دوربید یزد – ساخت کلکتورنمونه – ساخت آینه‌های تحت CRS – استفاده از صفحات فتوولتائیک برای پمپ آب – نصب صفحات فتوولتائیک در پژوهشگاه مواد انرژی و پژوهشگاه نیرو – فعالیت‌های فتوولتائیک در آزمایشگاه الکترونیک صنعتی – تأسیس انجمن علمی انرژی خورشیدی – آغاز به ساخت مجموعه انرژی‌های نو طالقان (حرارتی) – استفاده از چراغ‌های خورشیدی در خیابان – احداث نیروگاه معلمان سمنان – احداث نیروگاه فتوولتائیک طالقان – اولین سمینار توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه سیاست یارانه خرید آبگرمکن – ادغام شرکت فیبر نوری و برق خورشیدی با کارخانه شهید قندی – تأسیس گروه پژوهشی انرژی‌های تجدید پذیر پژوهشگاه نیرو – برگزاری اولین نمایشگاه بین‌المللی انرژی‌های تجدید پذیر – خصوصی‌شدن شرکت مخابراتی شهید قندی – احداث نیروگاه خورشیدی پارابولیک شیراز	انجام فعالیت‌های مطالعاتی در دانشگاه شیراز – استفاده از صفحات خورشیدی توسط مخابرات – تأسیس مرکز تحقیقات و کاربرد انرژی‌های نو – راه‌اندازی شرکت فیبر نوری و سلول خورشیدی – انجام فعالیت‌های پراکنده و دانشگاهی پتانسیل سنجی	آشیانه
– شروع ساخت آزمایشگاه مرجع در پژوهشگاه نیرو – تأسیس مرکز تحقیقات انرژی‌های نوین تجدیدپذیر در دانشگاه آزاد اسلامی – تأسیس پژوهشگاه انرژی‌های تجدید پذیر دانشگاه تربیت مدرس				

در جدول فوق، مشخص است که کل مراحل گذار نظام اجتماعی–فنی انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران را می‌توان در ۴ مرحله پیش از توسعه، آشنایی، آگاهی و ترویج و اوج‌گیری توسعه تقسیم‌بندی نمود.
در مرحله اول که پیش از توسعه است، عمدتاً فعالیت‌های متفرق و پراکنده‌ای که عمدتاً در سطح دانشگاهی هستند، صورت پذیرفته‌اند و هیچ‌گونه فعالیت دولتی، صنعتی و مدنی رخ نداده است.
در مرحله دوم، در حوزه رژیم اجتماعی–فنی نیروگاه‌های حرارتی، شاهد رشد چشم‌گیر این فنّاوری‌ها در سطح رژیم هستیم و با توجه به نیاز کشور به برق و انرژی، هم حجم فعالیت‌های صنعتی با شکل‌گیری گروه صنعتی مپنا افزایش یافته و هم حجم احداث و راه‌اندازی نیروگاه‌های حرارتی و برق‌آبی به‌شدت افزایش یافته است. درواقع، می‌توان این دوره را با توجه به فشار تقاضای برق، دوره اوج و شکوه احداث نیروگاه‌های حرارتی عنوان نمود. در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر نیز فشار عمده‌ای را از سطح دورنما شاهد نیستیم و تنها فشار، رشد این فنّاوری‌ها در سطح جهانی است. با توجه به شتاب توسعه این فناوری‌ها در سطح جهانی، برخی مسئولین دولتی به این موضوع علاقه‌مند شده و برخی از فنّاوری‌های بادی و خورشیدی را به کشور منتقل کرده و موجبات آشنایی مردم کشور را به این موضوع فراهم می‌آورند. ولی در این دوره، عمده فعالیت‌های صورت پذیرفته توسط سازمان‌های دولتی (ابتدا وزارت پست، تلگراف و تلفن و سپس سازمان انرژی اتمی و وزارت نیرو) صورت پذیرفته و عمده فعالیت‌ها نیز به‌جز دو الی سه مورد که جنبه صنعتی–دولتی داشته‌اند، جنبه آزمایشی و نمونه‌ای دارند و مقدمات آشنایی همگان (اعم از صنعتگران، پژوهشگران، سیاست‌گذاران و عموم مردم) را فراهم می‌آورند. در این دوره، فشار عمده‌ای از سوی محیط دورنما (دورنما) شاهد نیستیم و ضمن افزایش فعالیت در این زمینه، هنوز اتفاق چشم‌گیری را در سطح رژیم اجتماعی–فنی انرژی‌های تجدیدپذیر در حوزه صنعتی شاهد نیستیم.
در مرحله سوم، در زمینه نیروگاه‌های حرارتی با تقویت گروه صنعتی مپنا و اختصاص بودجه‌های هنگفت دولتی، شتاب توسعه همچنان ادامه دارد؛ اما در زمینه نیروگاه‌های تجدیدپذیر در حوزه صنعتی هنوز اتفاق چشم‌گیری را شاهد نیستیم. در این مرحله که برای انرژی‌های تجدیدپذیر، مرحله آگاه‌سازی و ترویج است، باز هم عمده فعالیت‌ها توسط سازمان‌های دولتی صورت پذیرفته است؛ با این تفاوت که برخی از زیرساخت‌های مهم این حوزه ازجمله تهیه اطلس بادی و خورشیدی، زیرساخت‌های قانونی و سیاست‌های کلان، و برخی از برنامه‌های راهبردی در این حوزه تهیه و تدوین شده‌اند. درواقع در این دوره، هم حجم فعالیت‌های صنعتی و فنّاورانه به نسبت دوره قبل افزایش یافته و هم حجم قوانین مرتبط با این حوزه و برنامه‌ها و سیاست‌های دولتی افزایش می‌یابد. در این دوره، صنایع توربین‌سازی در شرکت‌های مپنا و صبانیرو (در حوزه انرژی بادی) و همچنین کارخانه‌های تولید سلول و صفحات خورشیدی شکل یافتند، ولی به دو دلیل شاهد توسعه نیستیم: اول، به دلیل اینکه فشار عمده‌ای در سطح دورنما بر این رژیم وارد نشد (قانون هدفمندی یارانه‌ها که پتانسیل مناسبی برای ایجاد فشار از محیط

دورنما به سطح رژیم فنی–اجتماعی نیروگاه‌های حرارتی را داشت و انتظار می‌رفت فضای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را در کشور فراهم آورد، به‌طور کامل اجرایی نشد و از انتفاع خارج شد) و دوم اینکه نه‌تنها آشیانه‌های بالغی در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر نیز در کشور وجود نداشت، بلکه به دلیل تحریم‌های بین‌المللی دسترسی به آشیانه‌های بالغ از سایر کشورها در مقیاس وسیع برای کشور فراهم نبود. با توجه به این دلیل‌ها، علیرغم تصویب چندین قانون و سیاست کلان و ایجاد برخی زیرساخت‌ها و انجام برخی فعالیت‌های صنعتی، قفل توسعه این انرژی‌ها باز نشد.

در مرحله چهارم که مرحله اوج‌گیری توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر است۱ ، چندین اتفاق مهم در سطح دورنما منجر به توسعه بیش‌ازپیش این انرژی‌ها شد. اول اینکه با توجه به مذاکرات بین‌المللی ایران با گروه ۵+۱، موسوم به برجام، عمده تحریم‌های اثرگذار بر کشور رفع شد و با توجه به اینکه آشیانه‌های بالغی در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران وجود نداشت، دسترسی به آشیانه‌های بالغ سایر کشورها برای کشور به‌طور وسیع و گسترده‌ای فراهم گردید. علاوه بر این، تدوین و اجرای دو سیاست همزمان با رفع تحریم‌های بین‌المللی منجر به ایجاد فضای توسعه شد. اول، ارائه یارانه به خرید برق تجدیدپذیر تحت عنوان تعرفه‌های خرید برق تجدیدپذیر (FIT) با قیمت‌های جذاب منجر به جذب سرمایه‌های بخش‌های غیردولتی داخلی و خارجی شد؛ به‌طوری‌که در طی ۲ سال در این مرحله، حدود ۴ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری خارجی در کشور به ثبت رسید. دوم، وضع عوارض برق بر مصرف‌کنندگان برق، به‌طوری‌که به ازای هر کیلووات‌ساعت برق مصرفی هر مصرف‌کننده مبلغ ۳۰ ریال در سال اول و مبلغ ۵۰ ریال در سال دوم به خرید برق تجدیدپذیر اختصاص یافت. علاوه بر این‌ها، با تشکیل ساتبا به‌عنوان تنها سازمان سیاست‌گذار و تنظیم‌گر این حوزه و تجمیع منابع حاصل از عوارض برق که شامل مبلغ انباشته‌شده‌ای در حدود ۱۲۰۰ میلیارد تومان بود، موجبات اطمینان سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی را فراهم آورد.

به‌طور خلاصه، به دلیل برقراری یارانه‌های جذاب نیروگاه‌های بادی و خورشیدی و همچنین فراهم‌آمدن دسترسی به آشیانه‌های بالغ با رفع تحریم‌ها، شاهد رشد انرژی‌های تجدیدپذیر به‌ویژه بادی و خورشیدی هستیم که در این تحقیق از آن با عنوان شروع گذار انرژی‌های تجدیدپذیر یاد شده است.

۱ معادل مرحله اوج‌گیری مبانی نظری گذار

٦- یافته‌های پژوهش

۱- گذار فنّاوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران به ۴ مرحله تقسیم شده است که در مرحله آخر آن، شاهد اوج‌گیری نصب نیروگاه‌های تجدیدپذیر و بالتبع، شاهد اوج‌گیری نظام فنی–اجتماعی انرژی‌های تجدیدپذیر هستیم؛ لذا گذار انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران با توجه به فشار محیط کلان و البته ورود آشیانه‌های بالغ از دیگر کشورها به ایران شروع است. با توجه به تغییرات وسیع، تدریجی و تکاملی و با وجود شواهدی که در مقاله بیان شد، مشخص می‌شود که این گذار در ابعاد مختلف سیاستی، قانونی، ساختاری، بازاری، اقتصادی و اجتماعی در ایران نیز شروع شده است که البته ادامه یا عدم ادامه آن‌ها و موفقیت یا عدم موفقیت آن‌ها نیز به عوامل متعددی در شرایط کلان اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و... وابسته است.

۲- با توجه به اینکه رژیم فسیلی در ایران بسیار قدرتمند بوده و در حال اخذ یارانه‌های بسیار سنگین است، و با توجه به انبوه مشکلات اقتصادی و همچنین سیاست‌های اتخاذشده در این حوزه، در صورت عدم تأمین منابع مالی کافی و پایدار از سوی دولت و عدم تقویت سیاست‌های اتخاذشده معطوف به بازار، این گذار با مشکلات جدی مواجه خواهد شد؛ به‌عبارت‌دیگر، گذار فنّاوری‌های تجدیدپذیر در ایران با مانع اصلی و جدی رژیم فنی–اجتماعی نیروگاه‌های فسیلی مواجه است و با توجه به اعطای شدید یارانه سوختی به نیروگاه‌های فسیلی، روند شکل‌گیری نظام فنی–اجتماعی انرژی‌های تجدیدپذیر با کندی پیش می‌رود.

۳- نوع گذار در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر ایران با دیگر کشورهای توسعه‌یافته تفاوت دارد. درواقع، گذار فنّاورانه در ایران وابسته به گذار این فنّاوری در دیگر کشورهای توسعه‌یافته است و هرگونه مانعی که در مسیر گذار فنّاورانه در دیگر کشورهای صاحب فنّاوری اتفاق می‌افتد، اثر خود را در گذار کشورهای درحال‌توسعه می‌گذارد. به‌عبارت‌دیگر، تا گذاری در کشورهای توسعه‌یافته رخ ندهد، در کشورهای درحال‌توسعه گذاری نخواهیم داشت. برای تفصیل بیشتر باید عنوان نمود که در کشورهای توسعه‌یافته که صاحب‌نظران این نظریه نیز عمدتاً از همان کشورها هستند، رویکرد توسعه فنّاوری در کنار تغییرات اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و... از نوع ***توسعه درون‌زا*** بوده است. به عبارت دیگر، این موضوع در سطح آشیانه موردبررسی قرار گرفته است و ازآنجایی‌که فعالیت‌های این کشورها در سطح آشیانه، فعالیت‌های محققین در دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و شرکت‌های فنّاور و نوآور در این حوزه‌هاست، از میان انواع فعالیت‌های فنّاورانه، یک یا چند حوزه موفق به پیشرفت و توسعه می‌شوند و در صورت وجود فرصت وارد سطح رژیم می‌شوند، و گذار شروع می‌شود. درصورتی‌که در کشوری مثل ایران، نوع و جنس تغییرات فنّاورانه همزمان با تغییرات اقتصادی، صنعتی و فرهنگی، از نوع ***توسعه برون‌زا*** بوده است. به‌عبارت‌دیگر، جنس نوآوری‌های این حوزه در کشورهای توسعه‌یافته از

جنس STI[۱] بوده، ولی جنس این نوع نوآوری‌ها در ایران از نوع DUI[۲] است. درواقع، فنّاوری‌های توربین‌های بادی و خورشیدی در کشورهای توسعه‌یافته به‌صورت درون‌زا توسعه یافته‌اند، درحالی‌که شرکت‌هایی نظیر مپنا یا صبانیرو در حوزه توربین‌های بادی به انتقال فنّاوری پرداخته‌اند یا شرکت‌هایی نظیر تابان، سولارصنعت فیروزه و هدایت نور یزد به انتقال فناوری ساخت سلول‌های خورشیدی روی آورده‌اند. هرچند که قاعدتاً فاصله توانمندی فنّاورانه با کشورهای پیشرو، همچنان بسیار زیاد است، ولی بااین‌حال تغییرات فنّاورانه رخ داده و شرکت‌هایی در سطوح مختلف قطعه‌سازی یا یکپارچه‌سازی در کشور شکل گرفته‌اند. همچنین هرکدام از شرکت‌ها سعی در تعمیق فنّاورانه و ایجاد نوآوری‌هایی در محصولات خود دارند. به‌عبارت‌دیگر، در سایر کشورها بعضاً همزمانی فشار دورنما و بلوغ آشیانه‌ها منجر به شروع گذار می‌شود؛ درحالی‌که در کشور ایران، با توجه به عدم بلوغ آشیانه‌های داخلی، دسترسی به آشیانه‌های سایر کشور منجر به شروع این گذار شده است.

۴- نکته بسیار مهم بعدی این است که جنس سیاست‌های اتخاذی توسط دولت بر روند گذار بسیار اثرگذار بوده است. در مراحل ابتدایی، سیاست‌های توسعه فنّاوری‌های تجدیدپذیر، عمدتاً از جنس سیاست‌های تحریک طرف عرضه و سعی بر بومی‌سازی قطعات و تجهیزات تجدیدپذیر، بدون توجه به شکل‌دهی به بازارهای این تجهیزات بوده است که ناکام بوده‌اند. ولی در مراحل آخر، جنس سیاست‌های اتخاذی معطوف به تحریک طرف تقاضا یا سیاست‌های معطوف به بازار بوده‌اند. به‌عنوان‌مثال، قانون خرید تضمینی برق، نرخ یارانه داده‌شده خرید برق تجدیدپذیر، اخذ عوارض برق جهت تأمین منابع مالی خرید برق تجدیدپذیر و... سیاست‌هایی بوده‌اند که در جذب سرمایه‌های غیردولتی، اعم از داخلی و خارجی، بسیار موفق عمل کرده‌اند. نیاز است که این موضوع در تحقیق جداگانه‌ای به‌تفصیل موردبحث قرار گیرد.

علاوه بر این‌ها می‌توان در تحقیقات بعدی، نوع و الگوی رخ دادن این گذار در ایران را مورد تحلیل قرارداد و با سایر گذارهای انرژی‌های تجدیدپذیر در دیگر کشورها مقایسه نمود.

---

۱ Science, Technology & Innovation
۲ Doing, Using & Interacting

منابع : **References:**

۱. دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی، «ترازنامه انرژی»؛ معاونت امور برق و انرژی، وزارت نیرو، ۱۳۹۳
۲. سازمان انرژی های تجدیدپذیر و بهره وری انرژی برق (ساتبا)، دسترسی از www.satba.gov.ir، ۱۵ شهریور ۱۳۹۷.
۳. J. Markard, R. Raven, and B. Truffer, “Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects,” Res. Policy, vol. 41, no. 6, pp. 955–967, Jul. 2012.
٤. J. Rotmans, R. Kemp, and M. Van Asselt, “More evolution than revolution: transition management in public policy,” foresight, vol. 3, no. 1, pp. 15–31, 2001.
٥. F. W. Geels, “Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study,” Res. Policy, vol. 31, no. 8, pp. 1257–1274, Dec. 2002.
٦. F. W. Geels and J. Schot, “Typology of sociotechnical transition pathways,” Res. Policy, vol. 36, no. 3, pp. 399–417, Apr. 2007.
۷. R. Raven, “Strategic niche management for biomass,” Eindhoven Univ. Netherlands, 2005.
۸. C. Edquist, Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations. Psychology Press, 1997.
۹. M. P. Hekkert, R. a. a. Suurs, S. O. Negro, S. Kuhlmann, and R. E. H. M. Smits, “Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change,” Technol. Forecast. Soc. Change, vol. 74, no. 4, pp. 413–432, May 2007.
۱۰. J. Markard and B. Truffer, “Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework,” Res. Policy, vol. 37, no. 4, pp. 596–615, May 2008.
۱۱. F. W. Geels, “From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory,” Res. Policy, vol. 33, no. 6–7, pp. 897–920, 2004.
۱۲. F. W. Geels, “Understanding the dynamics of technological transitions: a co-evolutionary and socio-technical analysis,” Twente University Press (TUP), 2002. [E-book]
۱۳. F.-M. Belz, “A transition towards sustainability in the Swiss agri-food chain (1970–2000): using and improving the multi-level perspective,” Syst. Innov. Transit. to Sustain., pp. 97–114, 2004.
۱٤. R. Raven and G. Verbong, “Ruling out Innovations-Technological Regimes, Rules and Failures: The cases of heat pump power generation and bio-gas production in The Netherlands,” Innov. Manag. policy Pract., vol. 6, no. 2, pp. 178–198, 2004.
۱٥. J. Van den Ende and R. Kemp, “Technological transformations in history: how the computer regime grew out of existing computing regimes,” Res. Policy, vol. 28, no. 8, pp. 833–851, 1999.
۱٦. H. Van Driel and J. Schot, “Radical innovation as a multilevel process: introducing floating grain elevators in the port of Rotterdam,” Technol. Cult., vol. 46, no. 1, pp. 51–76, 2005.
۱۷. R. Raven, “Implementation of manure digestion and co-combustion in the Dutch electricity regime: a multi-level analysis of market implementation in the Netherlands,” Energy Policy, vol. 32, no. 1, pp. 29–39, 2004.
۱۸. D. A. Loorbach, “Transition Management; New mode of governance for sustainable development,” pp. 1–328, 2007. [E-book]
۱۹. G. P. J. Verbong and F. W. Geels, “Pathways for sustainability transitions in the electricity sector: Multi-level analysis and empirical illustration,” in Infrastructure Systems and Services: Building Networks for a Brighter Future (INFRA), 2008 First International Conference on, 2008, pp. 1–5.
۲۰. G. P. J. Verbong and F. W. Geels, “Exploring sustainability transitions in the electricity sector with socio-technical pathways,” Technol. Forecast. Soc. Change, vol. 77, no. 8, pp. 1214–1221, 2010.
۲۱. F. W. Geels, “The impact of the financial–economic crisis on sustainability transitions: Financial investment, governance and public discourse,” Environ. Innov. Soc. Transitions, vol. 6, pp. 67–95, 2013.
۲۲. F. W. Geels, F. Kern, G. Fuchs, N. Hinderer, G. Kungl, J. Mylan, M. Neukirch, and S. Wassermann, “The enactment of socio-technical transition pathways: a reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electricity transitions (1990–2014),” Res. Policy, vol. 45, no. 4, pp. 896–913, 2016.
۲۳. F. W. Geels, B. K. Sovacool, T. Schwanen, and S. Sorrell, “The socio-technical dynamics of low-carbon transitions,” Joule, 2017. [E-book]
۲٤. J. Grin, J. Rotmans, and J. Schot, “Transitions to sustainable development: New directions in the study of long term transformative change, ” no. 1. Routledge, 2010.
۲٥. J. Schot and A. Rip, “The past and future of constructive technology assessment,” Technol. Forecast. Soc. Change, vol. 54, no. 2, pp. 251–268, 1997.
۲٦. R. R. Nelson and S. G. Winter, “The Schumpeterian tradeoff revisited,” Am. Econ. Rev., vol. 72, no. 1, pp. 114–132, 1982.

۲۷. D. A. Loorbach, Transition management: new mode of governance for sustainable development. Erasmus University Rotterdam, 2007.
۲۸. R. K. Yin, “Case Study Research: Design and Methods,” Sage Publishing, 2002. [E-book]

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی