

## شناسایی و بررسی موانع گذار اجتماعی - فنی به سیستم‌های خورشیدی فتوولتاییک با تأکید بر رژیم برق فسیلی

زهرة رحیمی‌راد<sup>۱\*</sup>

محمود یحیی‌زاده‌فر<sup>۲</sup>

طاهره میرعمادی<sup>۳</sup>

مهرداد مدهوشی<sup>۴</sup>

### چکیده:

با وجود پتانسیل بسیار بالای ایران در تولید برق از سیستم‌های خورشیدی فتوولتاییک، انتشار این سیستم‌ها بسیار کند است. پژوهش حاضر که در بازه زمانی ۱۳۹۷-۱۳۹۵ صورت گرفته، با ترکیب رویکردهای چند سطحی و نظام نوآوری فناورانه، در پی شناسایی و بررسی موانعی برآمده که رژیم اجتماعی - فنی برق فسیلی ایران در بستر تاریخی و فرهنگی خود موجبات عدم گذار به سیستم‌های خورشیدی فتوولتاییک را فراهم آورده‌اند. بدین منظور، در مرحله نخست ابتدا پس از مرور ادبیات، مصاحبه با خبرگان و سپس تحلیل مضمون داده‌های حاصله، موانع گذار با تأکید بر رژیم شناسایی شدند و سپس از تکنیک دلفی فازی جهت آزمون نتایج و خیره سنجی استفاده گردید که در نهایت ۱۰ مانع در ۴ دسته اقتصادی، نهادی، سیاسی و فنی طبقه‌بندی شدند که می‌توان به کنترل بازار توسط رژیم حاکم، به‌کارگیری استراتژی‌های گفتمانی، تنظیم مقررات و استانداردها در تثبیت رژیم حاکم، سرمایه‌گذاری عظیم در توزیع و استخراج نفت و گاز و ... اشاره کرد. در مرحله دوم نیز مصاحبه با خبرگان و استفاده از روش تحلیل و توسعه گزینه‌های استراتژیک (سودا) مشخص کرد که این موانع بیشترین تأثیر را بر کارکردهای تخصیص منابع، مشروعیت بخشی و جهت‌دهی به سیستم داشته‌اند. در نهایت نیز تعدادی سازوکار برای غلبه بر این موانع پیشنهاد گردید.

### واژه‌های کلیدی:

رژیم اجتماعی - فنی، نیچ، نظام نوآوری فناورانه، سیستم‌های خورشیدی فتوولتاییک، برق فسیلی.

۱. دانشجوی دکتری، سیاست‌گذاری علم و فناوری، دانشگاه مازندران، مازندران.

\* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: Zrahimi.rad@gmail.com

۲. عضو هیئت‌علمی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، مازندران.

۳. عضو هیئت‌علمی، پژوهشکده مطالعات فناوری‌های نوین، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران.

۴. عضو هیئت‌علمی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، مازندران.

## مقدمه

پیش‌بینی‌های جهانی تخمین زده‌اند که انتشار گازهای گلخانه‌ای کشورهای در حال توسعه و یا در حال ظهور در دهه‌های آتی حتی فراتر از کشورهای توسعه‌یافته خواهد بود (اداره اطلاعات انرژی آمریکا<sup>۱</sup>، ۲۰۱۳)؛ بنابراین گذار<sup>۲</sup> به سمت توسعه کم‌کربن چالشی است که به‌شدت برای کشورهای در حال توسعه ضروری است و یکی از راهکارهای مطرح آن نیز استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر است. در این راستا یکی از اهداف ایران در زمینه انرژی تجدید پذیر احداث ۵۰۰۰ مگاوات نیروگاه تجدید پذیر طی برنامه ششم توسعه است. تا زمان نگارش این مقاله ظرفیت فعلی نیروگاه‌های تجدید پذیر کشور تنها ۵۲۷ مگاوات اعلام شده (اردکانیان، ۱۳۹۷) که در این بین طبق آمار کارشناسان سازمان ساتبا سهم تولید نیروگاه‌های فتوولتاییک کشور ۵۳،۲ مگاوات است و این در حالی است که به‌طور بالقوه ایران یکی از بهترین مناطق برای استفاده از انرژی خورشیدی به‌عنوان یک انرژی تجدید پذیر است<sup>۳</sup>. این آمار و شواهد به‌خوبی نشان می‌دهد ایران به‌عنوان یک کشور صادرکننده نفت دچار معضل قفل‌شدگی کربنی<sup>۴</sup> آن‌هم از نوع مضاعف است، زیرا نه‌تنها از نظر فناوری انرژی، دارای پدیده قفل‌شدگی فناورانه وابستگی به انرژی‌های فسیلی است، بلکه این قفل‌شدگی در سطح نهادی پذیرش انرژی‌های پاک و تجدید پذیر نیز مشاهده می‌شود (میرعمادی و رحیمی‌راد، ۱۳۹۶) و با آنکه در حال حاضر برای حمایت از توسعه انرژی‌های تجدید پذیر ابزارهای سیاستی متنوعی چون قیمت‌گذاری بر کربن، خرید تضمینی برق، استانداردهای پورتفولیو سبب انرژی تجدید پذیر، یارانه‌های مستقیم، پژوهانه‌های تحقیقاتی، قوانین قیمت‌گذاری، معافیت‌های مالیاتی، الزامات جیره‌بندی و غیره در سیاست‌گذاری کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه استفاده می‌شود (نجات و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۳)، در ایران به‌استثنای ابزارهای تشویقی تحقیق و توسعه دانشگاهی، خرید تضمینی برق و تصویب طرح دریافت عوارض تجدید پذیر، ابزار سیاستی مؤثر و هدفمندی یافت نمی‌شود.

1 . US Energy Information Administration

2 . Transition

۳ . با توجه به استانداردهای بین‌المللی اگر میانگین انرژی تابشی خورشید در روز بالاتر از ۳.۵ کیلووات ساعت در مترمربع (۳۵۰۰ وات/ساعت) باشد استفاده از مدل‌های انرژی خورشیدی نظیر سیستم‌های فتوولتائیک بسیار اقتصادی و مقرون‌به‌صرفه است. متوسط تابش خورشید در ایران ۴.۵ تا ۵.۵ کیلووات ساعت در مترمربع است به‌طوری‌که ۳۰۰ روز آفتابی در دو سوم مساحت ایران وجود دارد. علاوه بر این، یک ارزیابی در سطح کشور نشان می‌دهد که در ۸۰ درصد از سرزمین ایران، تابش خورشید بین ۱۶۴۰ تا ۱۹۷۰ کیلووات ساعت در مترمربع در سال می‌رسد (ساتبا، ۱۳۹۶).

4 . Carbon-lock in

5 . Nejat et al.

چندین چارچوب در حال حاضر برای بررسی فرآیند گذار وجود دارد؛ مانند مدیریت گذار<sup>۱</sup> (کمپ و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۹۹۸؛ روتمنس و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۱؛ لورباچ<sup>۴</sup>، ۲۰۱۰)، مدیریت استراتژیک نیچ<sup>۵</sup> (کمپ و همکاران، ۱۹۹۸؛ اسمیت<sup>۶</sup>، ۲۰۰۷؛ راون و گیلز<sup>۷</sup>، ۲۰۰۷)، رویکرد چند سطحی<sup>۸</sup> (گیلز، ۲۰۰۲، ۲۰۰۵)، گذار اجتماعی-فنی (گیلز، ۲۰۰۲؛ گیلز و شات، ۲۰۰۷؛ اسمیت و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۱۰)، باین‌حال، بسیاری از این چارچوب‌ها بر اساس مطالعات موردی در کشورهای توسعه یافته ایجاد شده است (ایزوکا<sup>۱۰</sup>، ۲۰۱۵). از این رو، آن‌ها کمتر به چالش‌های مختلف موجود در کشورهای در حال توسعه، مانند وابستگی به مسیر، سطح پایین توانمندی (ظرفیت فناوری و جذب<sup>۱۱</sup>)، حضور منافع توسعه رقابتی (رشد اقتصادی در برابر پایداری)، وجود زیرساخت‌های ضعیف (فیزیکی، نهادی) و ... پرداخته‌اند (ایزوکا، ۲۰۱۵)؛ بنابراین استفاده از چارچوب‌های فوق برای کشورهای در حال توسعه، نیازمند درک بیشتر از الگوی ویژه گذار در کشورهای در حال توسعه است و به‌طور کلی پژوهش درباره گذار در کشورهای در حال توسعه نیاز به بازاندیشی دارد (وایزروک<sup>۱۲</sup>، ۲۰۱۷). فلذا هدف این مقاله رمزگشایی از موانعی است که در بستر تاریخی و فرهنگی ایران به‌عنوان یک کشور در حال توسعه و تولیدکننده نفت منجر به معضل قفل‌شدگی کربنی آن شده است و نیت از این رمزگشایی کمک به بازیگران، نهادها و شبکه‌هایی است که در عرصه فناوری فتوولتاییک خورشیدی به‌عنوان کارآفرین، فناور، نوآور، تولیدکننده و پژوهشگر فعالیت دارند و با وجود همت زیاد، بسیار کمتر موفق شده‌اند که سیاست‌های حمایتی را به‌پیش ببرند؛ بنابراین در این پژوهش به تحلیل فناوری فتوولتاییک خورشیدی به‌عنوان نیچ و رژیم برق فسیلی به‌عنوان رژیم اجتماعی- فنی حاکم پرداخته شده و همچنین از رویکرد نظام نوآوری فناورانه<sup>۱۳</sup> به‌منظور تحلیل نیچ استفاده شده است (در بخش چارچوب نظری به دلایل چگونگی ترکیب این دو رویکرد پرداخته می‌شود). به‌طور

- 
- 1 . Transition management
  - 2 . Kemp et al.
  - 3 . Rotmans et al.
  - 4 . Loorbach
  - 5 . Strategic niche management
  - 6 . Smith
  - 7 . Raven and Geels
  - 8 . Multi-level perspective(MLP)
  - 9 . Smith et al.
  - 10 . Iizuka
  - 11 . Technological and absorptive capacity
  - 12 . Wiczorek
  - 13 . Technological innovation system(TIS)

خلاصه این تحقیق در پی آن است تا پس از مرور ادبیات، مصاحبه با خبرگان و به کارگیری تکنیک‌های تحلیل مضمون و دلفی فازی به شناسایی موانع گذار اجتماعی- فنی به سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک با تأکید بر رژیم برق فسیلی پردازد. سپس با استفاده از روش ساخت دهی مسئله با رویکرد تحلیل و توسعه گزینه‌های استراتژیک (سودا<sup>۱</sup>) مشخص کند هر یک از این موانع منجر به ضعف در کدامیک از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه شده است.

### مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در این بخش به ادبیات پژوهش در دو بخش چارچوب چند سطحی و نظام نوآوری فناورانه پرداخته می‌شود.

### چارچوب چند سطحی

نظریه گذار نظام اجتماعی- فنی، نوآوری را در سطح جامعه انسانی مطرح می‌کند و طبق آن فناوری و مصنوعات صنعتی مستقیماً نمی‌توانند کارکردهای اجتماعی داشته باشند بلکه تنها در مجاورت عناصر انسانی و نهادهای اجتماعی است که می‌توانند کارکردهای مورد اشاره در نظریات نوآوری را داشته باشند. بنابراین نقطه عزیمت مطالعه باید انسان‌ها و روابط اجتماعی آنان و نه مصنوعات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری فناورانه<sup>۲</sup> باشد، زیرا در موقعیت‌های زندگی واقعی (در خانه، محل کار و کارخانه‌ها) ما هرگز با مصنوعات به‌صورت تجریدی روبرو نیستیم بلکه همیشه با آن‌ها در بستر زمینه‌های اجتماعی تعامل می‌کنیم (گیلز، ۲۰۰۵). بنابراین واحد تحلیل مناسب ترکیب و تعامل بین امر فناورانه<sup>۳</sup> و امر اجتماعی<sup>۴</sup> است.

چارچوب چند سطحی، این گذارها را در سه سطح مختلف (دورنما<sup>۵</sup>، رژیم اجتماعی- فنی و نیچ) توضیح می‌دهد (گیلز، ۲۰۰۲، ۲۰۰۵). مفهوم کلیدی این چارچوب، رژیم اجتماعی- فنی است، ریپ و کمپ (۱۹۹۸) یک رژیم فناورانه را چنین تعریف می‌کند: "گرامر یا مجموعه قوانین ترکیب‌شده در پیچیدگی دانش‌های علمی، تجربه‌های مهندسی، فناوری‌های فرایند تولید، ویژگی‌های محصول، مهارت‌ها و رویه‌ها و نهادهای و زیرساخت‌هایی که در مجموع یک فناوری را شکل می‌دهند". نیچ سطح

- 
- 1 . SDOA
  - 2 . Technological artifacts
  - 3 . The Technical
  - 4 . The Social
  - 5 . Landscape

خرد این چارچوب را نشان می‌دهد که برعکس رژیم‌ها، فضاهای حمایت‌شده‌ای است که شکل‌بندی‌های اجتماعی - فنی در آن در حال شکل‌گیری است. این فضاها در حال تجربه‌اندوزی و توسعه و تکامل خود هستند. نیچها برعکس رژیم‌ها نه تنها خود قواعد بازی بازار را شکل نداده‌اند، بلکه قادر نیستند در برابر آن مقاومت کنند (گیلز، ۲۰۰۵؛ کمپ و همکاران، ۱۹۹۸).

#### جدول ۱- تمایزات مختلف قدرت

لوی و نیوول <sup>۱</sup> (۲۰۰۲)	آولینو و روتمنس <sup>۲</sup> (۲۰۰۹)	گرین <sup>۳</sup> (۲۰۱۰)	کرن <sup>۴</sup> (۲۰۱۱)	گیلز (۲۰۱۴)
مادی <sup>۵</sup>	ابزاری <sup>۶</sup>	ارتباطی <sup>۷</sup> (تعاملات فوری بین بازیگران)	منافع <sup>۸</sup>	ابزاری
گفتمانی <sup>۹</sup>	گفتمانی	ذاتی <sup>۱۰</sup> (مربوط به قوانین، منابع، ترجیحات بازیگران و تصاویر غالب)	ایده‌ها (گفتمان)	گفتمانی
سازمانی <sup>۱۱</sup>	ساختارگرایی <sup>۱۲</sup> (مادی و نهادی <sup>۱۳</sup> )	ساختاری (مربوط به ترتیبات گسترده‌تر از سلطه و مشروعیت)	نهاده‌ها	مادی نهادی

به‌عنوان مثال زانگ و همکاران<sup>۱۴</sup> (۲۰۱۴) با مطالعه مفهوم رژیم اجتماعی - فنی جهت شناسایی عواملی که مسیر توسعه انرژی خورشیدی را در چین ناپایدار ساخته به این نتیجه رسیده که مسیر توسعه به سمت گذار کم‌کربن تحت تأثیر طیف وسیعی از نیروهای سیاسی و اقتصادی است. به‌طور کلی بازیگران رژیم، به‌ویژه شرکت‌های معتبر و سیاست‌گذاران، با اعمال انواع قدرت‌ها می‌توانند در برابر تغییرات اساسی در زمینه گذار کم‌کربن، مقاومت کنند. جدول زیر با توجه به پژوهش‌های مختلف،

- 1 . Levy and Newell
- 2 . Avelino and Rotmans
- 3 . Grin
- 4 . Kern
- 5 . Material
- 6 . Instrumental
- 7 . Relational
- 8 . Interests
- 9 . Discourse
- 10 . Dispositional
- 11 . Organizational
- 12 . Structuralist
- 13 . Institutional
- 14 . Zhang et al.

یک دید کلی از تمایزات مختلف قدرت را در ارتباط با بحث گذار کم کربن ارائه داده است. به‌عنوان مثال در دسته‌بندی گیلز (۲۰۱۴) قدرت ابزاری اشاره به قدرت بازیگرانی دارد که از منابعی چون جایگاه قدرت، پول، دسترسی به رسانه، کارکنان و قابلیت‌ها استفاده می‌کنند. بازیگران رژیم همچنین می‌توانند به روش استراتژی‌های گفتمانی نیز مقاومت کنند که زمانی می‌تواند قوی باشد که منجر به گفتمان‌های غالبی شود که نه‌تنها مسئله مورد بحث (که دستور کار را مشخص می‌کند) را تعیین می‌کند بلکه چگونگی بحث پیرامون مسائل را هم مشخص می‌کند. بازیگران رژیم همچنین می‌توانند با استفاده از استراتژی‌های مادی از خود دفاع کنند و از قابلیت‌های فنی و منابع مالی برای بهبود بعد فنی رژیم‌های اجتماعی و فنی استفاده کنند. نوع چهارم مقاومت به قدرت نهادی گسترده مربوط می‌شود که در فرهنگ‌های سیاسی، ایدئولوژی و ساختارهای حاکمیتی قرار دارد.

بنابراین با توجه به مسئله مقاومت رژیم‌ها، اخیراً مطالعات به این سمت گرایش پیدا کرده که چگونه می‌توان رژیم حاکم را بی‌ثبات کرد، به‌عنوان مثال هس<sup>۱</sup> (۲۰۱۶) با تجزیه و تحلیل چهار مطالعه موردی در حوزه انرژی خورشیدی در ایالات متحده نشان داد که سازمان‌های نیچ از طریق سه مکانیسم می‌توانند بر قدرت سیاسی سازمان‌های رژیم غلبه کنند: تشکیل ائتلاف‌ها با احزاب سیاسی که از فناوری‌های نیچ پشتیبانی می‌کنند، کسب حمایت سازمان‌های صنعتی با قدرت برابر و تشکیل ائتلاف با جنبش‌های اجتماعی برای بسیج کردن اعتراضات و درخواست‌های سیاسی. به‌طور کلی همان‌گونه که در مقدمه نیز بیان گردید علی‌رغم پیشرفت‌ها در این حوزه، کمتر مطالعه‌ای (از جمله وایزروک، ۲۰۱۷) اختصاصاً به مسئله گذار و خاصه موانع آن در کشور ما و به‌طور کلی کشورهای نفت‌خیز و در حال توسعه پرداخته است که این پژوهش سعی کرده به این حوزه بپردازد.

## نظام نوآوری فناورانه

چارچوب سیستم‌های نوآوری به‌طور فزاینده‌ای به‌عنوان یک ابزار تحلیلی برای بررسی و تأثیرگذاری بر سرعت و جهت نوآوری مورد استفاده قرار گرفته است. دیدگاه‌های زیادی در مورد سیستم‌های نوآوری مختلف، از جمله سیستم‌های نوآوری ملی، منطقه‌ای، بخشی و فناورانه توسعه یافته است. تنوع این روش‌ها عمدتاً به تعریف سیستم‌ها و هدف تجزیه و تحلیل برمی‌گردد (ادکویست<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴؛ مارکارد و تروفر<sup>۳</sup>، ۲۰۰۸).

1 . Hess

2 . Edquist

3 . Markard & Truffer

هکرت و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) و نگرو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۸) استدلال کرده‌اند که با توجه به تعداد زیاد بازیگران در سیستم نوآوری ملی، منطقه‌ای و بخشی، تمرکز تحلیلی این نظام‌ها اغلب بر روی ساختارهاست. این نوع تحلیل منجر به بینش‌های محدودی پیرامون پویایی‌های سیستم‌های نوآوری می‌شود. نقدهای دیگر به چارچوب سیستم‌های نوآوری عبارت‌اند از: کاربرد کمتر در تحلیل سطح خرد، مشخص نبودن مرز سیستم (هکرت و همکاران، ۲۰۰۷؛ رادوسویچ<sup>۳</sup>، ۱۹۹۸)؛ اما نظام نوآوری فناورانه علی‌رغم دارا بودن ویژگی‌های مشترک با سایر رویکردهای نظام نوآوری، دارای دو ویژگی متمایزکننده از آن‌هاست که عبارت‌اند از:

- تأکید بر نقش شایستگی اقتصادی: به معنی توانایی در توسعه و بهره‌برداری از فرصت‌های جدید کسب و کار. بر این اساس، بهره‌برداری و ترکیب دانش‌های موجود جز جدایی‌ناپذیر نوآوری فناورانه است. در حقیقت برخلاف سایر رویکردها که تفکری کلان از نوآوری داشتند، این ویژگی بر اهمیت نیروهای کارآفرین به‌عنوان منابع نوآوری تأکید دارد.
- تأکید جدی بر پویایی سیستم: تمرکز بر اقدام کارآفرینانه، پژوهشگران حوزه نظام نوآوری فناورانه را تشویق به نگرستن به آن به‌عنوان چیزی کرده که با گذر زمان ایجاد می‌گردد (سورس<sup>۴</sup> و هکرت، ۲۰۰۹).

تعدادی از محققین حوزه نظام‌های نوآوری فناورانه به تعریف اجزای ساختاری این نظام از دیدگاه خود پرداخته‌اند و به اجزای مشترکی چون بازیگران، نهادها، شبکه‌ها، زیرساخت‌ها و فناوری اشاره کرده‌اند (کارلسون و استانکوییز، ۱۹۹۱؛ وایزرک و هکرت<sup>۵</sup>، ۲۰۱۲؛ جاکوبسون و جانسون<sup>۶</sup>، ۲۰۰۰)؛ اما از آنجایی که تنها با تحلیل ساختاری نظام‌های اجتماعی - فنی نمی‌توان تغییرات فناورانه را تحلیل کرد، این رویکرد باید فراهم آورنده چارچوبی برای تحلیل کارکردی نظام‌های اجتماعی - فنی باشد. محققان تاکنون کارکردهای مختلفی را با توجه به دسته‌بندی خود برای نظام‌های نوآوری فناورانه شناسایی کرده‌اند (سورس و هکرت، ۲۰۰۹؛ هکرت و همکاران، ۲۰۰۷؛ برگگ و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۰۸؛ نگرو و همکاران<sup>۸</sup>، ۲۰۰۹). به‌عنوان مثال سورس (۲۰۰۹) کارکردها را به ۷ دسته فعالیت‌های کارآفرینانه، خلق

1 . Hekkert et al.

2 . Negro et al.

3 . Radosevic

4 . Suurs

5 . Wiczorek & Hekkert

6 . Jacobsson & Johnson

7 . Bergek et al.

8 . Negro et al.

و توسعه دانش، انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم، شکل‌گیری بازار، تخصیص منابع و مشروعیت بخشی تقسیم می‌کند.

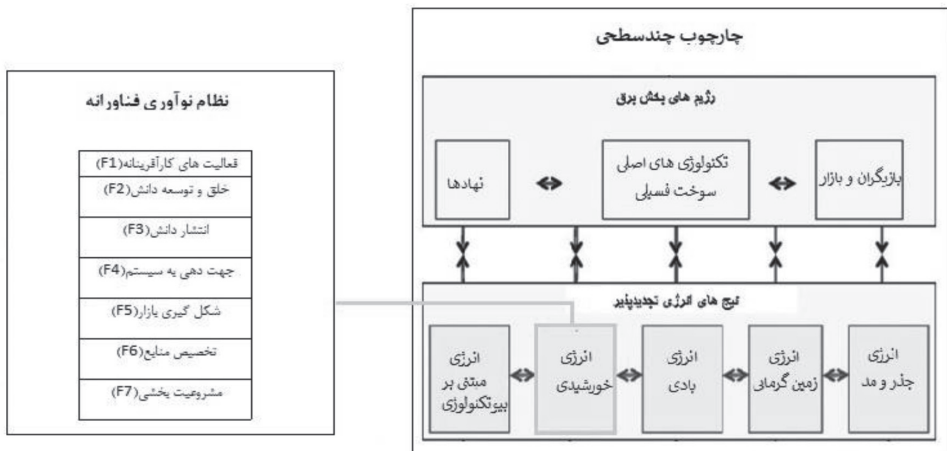
### چارچوب نظری

محققان مختلفی همپوشانی و مکمل بودن TIS و MLP را تشخیص داده‌اند. به‌عنوان مثال کوئنن و لویز<sup>۱</sup> (۲۰۱۰) مشخص کردند که مفاهیم در یکی از این چارچوب‌ها به‌گونه‌ای است که ضعف‌های چارچوب دیگر را می‌پوشاند. برای مثال، در حالی که یکی از نقاط قوت TIS توانایی آن در تجزیه و تحلیل فرایندهای پویاست (هکرت و همکاران، ۲۰۰۷)، تجزیه و تحلیل تعامل بین بازیگران، نهادها و سازمان‌ها یک ضعف در چارچوب MLP است (فارلا و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۲؛ اسمیت و همکاران، ۲۰۰۵). در مقابل، عدم تجزیه و تحلیل رژیم و دورنما در چارچوب TIS یکی از نقاط قوت چارچوب MLP محسوب می‌شود. به عقیده گیلز و همکاران (۲۰۰۸): ”هکرت و جاکوبسن نکته مشابهی را بیان می‌کنند که گرچه هر دوی TIS و MLP از سطوح در تجزیه و تحلیل خود استفاده می‌کنند، به نظر من عادلانه است که بگوییم MLP بعدها در مفهوم‌پردازی تعاملات بین فرآیندهای داخلی و خارجی موفق‌تر بوده است” (گیلز و همکاران، ۲۰۰۸). از نظر مفاهیم اساسی، هر دو مفاهیم نظام نوآوری فناورانه و نیچ‌ها مشترک هستند زیرا همه آن‌ها بازیگران، شبکه‌ها و نهادها را به‌عنوان اجزای مفهومی مهم در نظر می‌گیرند، گرچه تفاوت‌های اندکی نیز با هم دارند. در حال حاضر شماری از مقالات از چارچوب نظام نوآوری فناورانه برای تحلیل نیچ استفاده کرده‌اند که از آن جمله می‌توان به (والریو و راون<sup>۳</sup>، ۲۰۱۶؛ والز و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۶؛ ادسند<sup>۵</sup>، ۲۰۱۷) اشاره کرد. ادسند (۲۰۱۷) نیز انتشار کند انرژی بادی در کلمبیا را با ارزیابی کارکردهای TIS همراه با تأثیر عوامل دورنما تحلیل کرده و نشان داده عوامل متعددی در سطح دورنما، تأثیر قابل توجهی بر کارکردهای TIS انرژی بادی کلمبیا داشته‌اند. والریو و راون (۲۰۱۶) نیز یک مدل پویایی سیستم را توسعه داده‌اند که در آن مفاهیم موتورهای نوآوری در سیستم‌های نوآورانه فناوری نوظهور را با مسیرهای گذار به‌عنوان بخشی از تفکر چارچوب چند سطحی، ادغام کرده‌اند و بدین ترتیب رفتار مدل با استفاده از تجزیه و تحلیل پویایی‌های TIS در مسیرهای مختلف

- 1 . Coenen & López
- 2 . Farla et al.
- 3 . Walrave & Raven
- 4 . Walz et al.
- 5 . Edsand



گذار، تحت شرایط مختلف منابع نشان داده شده‌اند. والز و همکاران (۲۰۱۶) نیز تجزیه و تحلیل کرده‌اند که چگونه رویکرد ترکیبی TIS-MLP می‌تواند مبنای مفهومی برای تجزیه و تحلیل پویایی‌های سیستم ایجاد کند و این مفهوم را در موارد مطالعه انرژی بادی چین و آلمان مورد بررسی قرار داده‌اند. بنابراین با توجه به نکات فوق، پژوهش حاضر به منظور شناسایی و بررسی موانع گذار اجتماعی- فنی، به فناوری فتوولتاییک خورشیدی به عنوان نیچ و به رژیم برق فسیلی به عنوان رژیم اجتماعی- فنی حاکم نگریسته است همچنین از رویکرد کارکردی نظام نوآوری فناورانه به منظور تحلیل نیچ استفاده کرده است. کارکردهای یک نظام نوآوری فناورانه، فعالیت‌هایی هستند که بر توسعه فناوری اثرگذارند و برای شکل‌گیری یک نظام ضروری‌اند بنابراین ممکن است تحت تأثیر عوامل مختلف قرار بگیرند و از قوت و ضعف برخوردار باشند که در این پژوهش منحصراً موانعی که از سوی رژیم بر این کارکردها اعمال می‌شود بررسی می‌شود. ضمناً دسته‌بندی‌های مختلفی از کارکردها صورت گرفته است که در اینجا از دسته‌بندی سورس (۲۰۰۹) استفاده می‌شود. چارچوب نظری پژوهش در شکل زیر به تصویر درآمده است (با توجه به آنکه در این پژوهش به سطح دورنما پرداخته نمی‌شود در چارچوب مذکور بدان اشاره نشده است).



شکل ۱- چارچوب نظری پژوهش

## روش پژوهش

پژوهش حاضر از منظر هدف، اکتشافی-توصیفی است و با توجه به ترکیب روش پژوهش کیفی (تحلیل مضمون) و کمی (دلفی فازی)، ماهیت آن آمیخته<sup>۱</sup> است. جامعه آماری این پژوهش، کلیه خبرگان و متخصصان حوزه انرژی‌های تجدید پذیرند که در این حوزه صاحب‌رأی و نظرند. نمونه آماری پژوهش عبارت‌اند از: ۵ نفر از سازمان انرژی‌های تجدید پذیر و بهره‌وری انرژی، ۱ نفر از ستاد توسعه فناوری حوزه انرژی، ۴ نفر از اساتید دانشگاه و ۵ نفر از مدیران شرکت‌های خصوصی حوزه فتولتاییک که با استفاده از روش گلوله برفی<sup>۲</sup> انتخاب شدند. در این روش، نفر اول، شخص دوم را به پژوهشگر معرفی می‌کند و نفر بعدی نیز همین‌طور و این روند ادامه می‌یابد (بالتار و برون<sup>۳</sup>، ۲۰۱۲). این پژوهش در دو گام به انجام خواهد رسید که در ادامه شرح هر یک آمده است.

## گام اول: شناسایی موانع گذار اجتماعی- فنی به سیستم‌های خورشیدی فتولتاییک با تأکید بر رژیم برق فسیلی

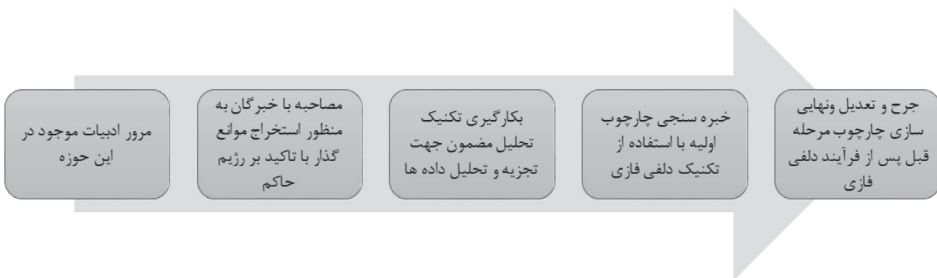
جهت نیل به هدف نخست پژوهش (شناسایی موانع اثرگذار بر توسعه نظام نوآوری فناورانه فتولتاییک از جانب رژیم فسیلی)، ابتدا پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه بررسی شد. سپس با مراجعه به خبرگان مورد اشاره و با بهره‌گیری از ابزار مصاحبه لیست موانع شناسایی و تکمیل شد. مصاحبه‌ها به‌صورت کاملاً باز و ساختار نیافته انجام گرفت. با دقت در داده‌های فراهم آمده، با توجه به آنکه پس از مصاحبه ۱۲ ام هیچ داده‌ای متفاوت از داده‌های قبل، به دست نیامد کفایت نظری حاصل شد. به‌منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات برآمده از ادبیات پژوهش و نظرات خبرگان جهت استخراج موانع مربوطه، از روش تحلیل مضمون استفاده شد. تحلیل مضمون روشی برای تعیین، تحلیل و بیان الگوهای (مضامین) موجود درون داده‌ها است. این روش در حداقل کاربردش داده‌ها را سازمان‌دهی و در قالب جزئیات توصیف می‌کند، اما می‌تواند از این فراتر رفته و جنبه‌های مختلف موضوع پژوهش را تفسیر کند در هر مرحله از تحلیل، سطح بالاتری از انتزاع به دست می‌آید (براون و کلارک<sup>۴</sup>، ۲۰۰۶). در این پژوهش از روش براون و کلارک (۲۰۰۶) استفاده شد که مراحل شش‌گانه آن عبارت‌اند از:

۱. آشنایی با داده‌ها، ۲. ایجاد کدهای اولیه، ۳. جستجوی تم‌ها، ۴. بازبینی تم‌ها، ۵. تعریف و

- 
- 1 . Mixed
  - 2 . Snowball Sampling
  - 3 . Baltar and Brunet
  - 4 . Braun and Clarke

نام‌گذاری تم‌ها، ۶. تهیه گزارش

پس از استخراج مدل اولیه، در قالب یک پرسشنامه هفت مقیاسی، موانع اثرگذار با استفاده از نظرات خبرگان معرفی شده و روش دلفی فازی مورد خیره سنجی قرار گرفت. تفاوت روش دلفی فازی با روش دلفی سنتی در این است که در روش دلفی سنتی پیش‌بینی‌های ارائه شده توسط افراد خبره در قالب اعداد قطعی بیان می‌گردند که استفاده از اعداد قطعی برای پیش‌بینی‌های بلندمدت نتایج آن را از دنیای واقعی دور می‌سازد؛ بنابراین مورای و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۸۵) مفهومی برای برطرف کردن ابهامات روش دلفی پیشنهاد کردند که روش دلفی سنتی و تئوری فازی را با یکدیگر یکپارچه می‌سازد. ایشیکاوا<sup>۲</sup> (۱۹۹۳) تئوری فازی را وارد روش دلفی کرد و اچسو و یانگ<sup>۳</sup> (۲۰۰۰) عدد فازی مثلثی را برای در برگرفتن نظرات خبرگان و ایجاد روش دلفی فازی بکار بردند. در تصمیم‌گیری گروهی با استفاده از روش دلفی، نظرات مختلفی در مورد تعداد خبرگان موردنیاز وجود دارد: بین ۱۰ تا ۵۰ نفر (تیورف<sup>۴</sup>، ۱۹۷۰)، بین ۸ تا ۱۲ نفر (کاوالی اسفورا و اورتولانو<sup>۵</sup>، ۱۹۸۴) و بین ۷ تا ۱۲ نفر (فیلیپس<sup>۶</sup>، ۲۰۰۰)؛ بنابراین خبره سنجی با استفاده از نظرات ۱۵ خبره معرفی شده در ابتدای این بخش کافی و امکان‌پذیر بود. همچنین بر اساس نظر چنگ و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۰۲)، چنانچه اختلاف بین دو مرحله نظرسنجی کمتر از حد آستانه خیلی کم (مثلاً ۰,۱) باشد، فرآیند نظرسنجی متوقف می‌شود.



شکل ۲- فرآیند گام اول پژوهش

- 1 . Murray
- 2 . Ishikawa
- 3 . Hsu and Yang
- 4 . Turoff
- 5 . Cavalli-Sforza and Ortolano
- 6 . Phillips
- 7 . Cheng et al.

برای تأمین روایی و پایایی روش تحلیل مضمون، از روش ارزیابی گوبا و لینکلن<sup>۱</sup> (۱۹۹۴) به صورت زیر استفاده شد:

- اعتبار پذیری: از دو کدگذار برای کدگذاری ۴ نمونه مصاحبه جهت کسب اطمینان از یکسانی دیدگاه کدگذاران استفاده شد.
- انتقال پذیری: از ۵ خبره که در فرآیند پژوهش حضور نداشتند، در مورد یافته‌های پژوهش، مشورت گرفته شد.
- قابلیت اطمینان: مستندات فایل‌های صوتی مصاحبه‌ها و متن‌های کدگذاری شده آن‌ها موجود است.
- تأیید پذیری: کلیه جزئیات فرآیند تحلیل مضمون در تمامی مراحل به دقت ثبت و ضبط شده است.

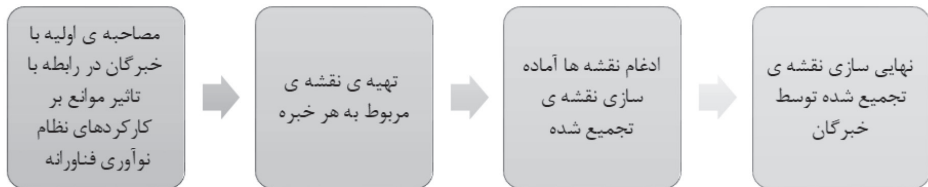
همچنین در روش دلفی فازی به منظور تعیین پایایی پرسشنامه از روش آلفای کرونباخ استفاده شد؛ که ضرایب آلفای به دست آمده برای تک تک متغیرها و ابعاد محاسبه شده بزرگ‌تر از ۰,۷ است.

### گام دوم: بررسی تأثیرات موانع شناسایی شده بر کارکردهای نظام نوآوری فناورانه

به منظور نیل به هدف دوم پژوهش یعنی تعیین اثرگذاری این موانع بر کارکردهای نظام نوآوری فناورانه، پس از مصاحبه با خبرگان پیرامون تأثیرات این موانع بر کارکردها و پیاده‌سازی مصاحبه‌ها، با استفاده از روش ساخت دهی مسئله با رویکرد تحلیل و توسعه گزینه‌های استراتژیک (سودا) مشخص می‌شود که هر یک از این موانع منجر به ضعف در کدام یک از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه شده است. استفاده از این نگاشت‌ها به ما کمک می‌کند که عوامل اثرگذار بر هر کارکرد را با دید مناسب‌تر مشاهده کنیم و ببینیم که در صورت علاقه‌مندی به بهبود یک مؤلفه خاص، باید کدام یک از موانع مورد توجه قرار داد.

ابتدا در مرحله مصاحبه فردی، محقق به طور مجزا با هر یک از خبرگان مصاحبه انجام می‌دهد و ذهن خبره مورد نظر را به سمت مسئله هدایت می‌کند و نظرات او را ثبت می‌نماید (به عنوان مثال از خبره پرسیده شد که مانع اول چه تأثیری بر توسعه فتوولتائیک داشته است). البته این مصاحبه‌ها با توجه به شرایط مسئله می‌تواند ساختاریافته، نیمه ساختاریافته و یا ساختار نیافته باشد که در این

پژوهش به صورت نیمه ساختاریافته انجام شد. سپس با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده نقشه هر خبره را تشکیل می‌دهد و تمام نقطه نظرات خبره را تبدیل به نقشه می‌کند. در مرحله بعد محقق این نقشه‌ها را با بررسی نقشه‌های تشکیل شده و اظهارات همه خبرگان با هم ادغام می‌کند و نقشه‌های واحد تشکیل می‌دهد که این نقشه حاصل نظرات همه خبرگان است. بعد از اینکه نقشه واحد شکل گرفت، این نقشه به‌طور مجدد در معرض دید تمام خبرگانی که با آن‌ها مصاحبه انجام شد، قرار می‌گیرد. در این مرحله نقشه با استفاده از نقطه نظرات خبرگان ویرایش می‌شود. شود. در مرحله نهایی محقق با استفاده از نرم‌افزار Decision Explorer روابط را مشخص کرده و سپس مسئله را تجزیه و تحلیل می‌کند (آذر و همکاران، ۱۳۹۴).



شکل ۳- فرآیند گام دوم پژوهش

### یافته‌های تحقیق

نتایج مرور پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه نشان داد مطالعات اندکی (نصیری و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۳؛ حافظ‌نیا و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۷؛ میرعمادی، ۱۳۹۱) در مورد تأثیر مقاومت‌های رژیم فسیلی بر رشد فناوری‌های انرژی‌های تجدید پذیر انجام شده است. پس از مرور ادبیات اولیه، محقق به مصاحبه با خبرگان پرداخته و پس از پیاده‌سازی مصاحبه‌ها، به هر یک از مصاحبه‌ها یک کد اختصاص داده شد. همان‌گونه که در بخش روش‌شناسی شرح داده شد برای تجزیه و تحلیل داده‌های مستخرج از ادبیات و مصاحبه‌ها از روش تحلیل مضمون استفاده خواهد شد. بر این اساس، مصاحبه‌ها چندین بار توسط محقق خوانده شد و مطالب مرتبط با حوزه پژوهش مشخص شدند. سپس داده‌های منتخب کدگذاری شدند. پس از اتمام کدگذاری‌ها اولیه و استخراج مضامین فرعی آن‌هایی را که بیشترین قرابت معنایی و مفهومی را با هم داشتند، کنار هم قرار داده و در قالب مضامین اصلی دسته‌بندی شدند. تمام

1 . Nasiri

2 . Hafeznia et al.

مضامین اصلی و فرعی که در جدول ۳ مندرج شده‌اند در واقع همان پاسخ به سؤال اول پژوهش‌اند که از داده‌های کیفی استخراج شده‌اند.

### جدول ۲- یک نمونه از استخراج مضامین اصلی و فرعی

مضمون اصلی	مضمون فرعی	کدهای اولیه و نقل قول‌های مرتبط با آن
موانع نهادی	تنظیم مقررات و استانداردها در تثبیت رژیم حاکم	سازوکارهای یارانه‌های مستقیم و یارانه پنهان، رژیم صنعتی ایران را به‌طرف صنایع با محوریت انرژی ارزان به‌پیش برد. رفتار رانتیر در مکانیسم‌های انتخاب فناوری تأثیر می‌گذارد.
	ذهنیت مردم و مسئولان و آگاهی عمومی پایین در مورد فناوری انرژی‌های تجدید پذیر به دلیل تسلط نفت و گاز در بخش انرژی در ایران	در بخش سیستم‌های خانگی فتوولتاییک این ذهنیت در مردم وجود دارد که آیا قابلیت اطمینان و پایداری وجود دارد که بتواند روی آن سرمایه‌گذاری کنند برای مصرف تجدیدپذیرها، نیازمند تغییرات رادیکالی در فرهنگ مصرف مردم هستیم
	عدم اطمینان روانی از ثبات سرمایه‌گذاری و اطمینان از پایداری در میان سرمایه‌گذاران و تولیدکنندگان	به دلیل مسائلی چون وجود بهره بانکی بالا، امنیت سرمایه‌گذاری چه داخلی و چه خارجی در تمام حوزه‌های فناورانه شاخص قابل قبولی نیست با توجه به آنکه قراردادهای زیادی بسته نشده این عدم اطمینان روانی وجود دارد که آیا دولت به قراردادهای خرید تضمینی پایبند هست

فرآیند کار در گام اول با توزیع پرسشنامه‌ها در سه مرحله و استفاده از تکنیک دلفی فازی به‌منظور خیره‌سنجی ادامه یافت. بنا بر نتایج به‌دست‌آمده، همه مضامین اصلی و فرعی به‌جز مضمون فرعی منافع دانشمندان، دارای عدد فازی زدایی شده بالاتر از ۷ هستند و اختلاف نظرات خبرگان نیز مطابق با نظر چنگ و همکاران (۲۰۰۲) کمتر از حد آستانه است، فلذا می‌توانند در تحلیل مورد استفاده قرار گیرند. امتیازهای کسب‌شده از خبرگان در جدول ۴ و ۵ مشخص است.

## جدول ۳- چارچوب اولیه موانعی که رژیم برای نیچ ایجاد می‌کند

مضامین اصلی	مضامین فرعی
موانع اقتصادی	کنترل بازار توسط رژیم حاکم (قیمت‌گذاری پایین و تخصیص یارانه به انرژی‌های فسیلی)
موانع نهادی	به‌کارگیری استراتژی‌های گفتمانی برای بی‌اهمیت جلوه دادن نیاز به تحولات توسط بازیگران رژیم
	ذهنیت مردم و مسئولان و آگاهی عمومی پایین در مورد فناوری انرژی‌های تجدید پذیر به دلیل تسلط نفت و گاز در بخش انرژی در ایران
	عدم اطمینان روانی از ثبات سرمایه‌گذاری و اطمینان از پایداری در میان سرمایه‌گذاران و تولیدکنندگان
موانع سیاسی	تنظیم مقررات و استانداردها در تثبیت رژیم حاکم
	تسلط رژیم‌های حاکم بر فرایند سیاست‌گذاری و وجود لابی و گروه‌های فشار
	عدم دستیابی به توافق سیاسی در حمایت از گذار
	فقدان چشم‌انداز مشترک در مورد توسعه فناوری جدید
موانع فنی	تثبیت رژیم حاکم به‌وسیله ماشین‌آلات و زیرساخت‌های موجود از طریق سرمایه‌گذاری‌های انجام شده و مکمل‌های فنی بین اجزای سازنده
	سرمایه‌گذاری عظیم در توزیع و استخراج نفت و گاز و شکل‌گیری زیرساخت‌های توسعه در بخش انرژی ایران عمدتاً حول انرژی فسیلی
	منافع دانشمندان

## جدول ۴- نتایج تجربه سنجی مضامین اصلی

مضمون اصلی	میانگین هندسی حد پایین عدد مثلثی فازی	میانگین هندسی حد وسط عدد مثلثی فازی	میانگین هندسی حد بالا عدد مثلثی فازی	عدد فازی زدایی شده
اقتصادی	۶,۶۱	۷,۹۸	۹,۲۸	۷,۹۷
نهادی	۵,۹۱	۷,۷۳	۹,۰۵	۷,۶۵

مضمون اصلی	میانگین هندسی حد پایین عدد مثلثی فازی	میانگین هندسی حد وسط عدد مثلثی فازی	میانگین هندسی حد بالا عدد مثلثی فازی	عدد فازی زدایی شده
سیاسی	۵,۵۱	۷,۵۵	۸,۹۹	۷,۴۵
فنی	۵,۳۲	۷,۳۹	۹,۰۳	۷,۳۱

### جدول ۵- نتایج خبره سنجی مضامین فرعی

مضمون فرعی	میانگین هندسی حد پایین عدد مثلثی فازی	میانگین هندسی حد وسط عدد مثلثی فازی	میانگین هندسی حد بالا عدد مثلثی فازی	عدد فازی زدایی شده
کنترل بازار توسط سیستم برق فسیلی، قیمت‌گذاری پایین و تخصیص یارانه به انرژی‌های فسیلی	۸,۰	۹,۴۰	۹,۹۹	۹,۲۶
به‌کارگیری استراتژی‌های گفتمانی برای بی‌اهمیت جلوه دادن نیاز به تحولات توسط بازیگران رژیم	۵,۴۰	۷,۲۴	۸,۹۵	۷,۲۲
ذهنیت مردم و مسئولان و آگاهی عمومی پایین در مورد فناوری انرژی‌های تجدید پذیر به دلیل تسلط نفت و گاز در بخش انرژی در ایران	۵,۵۲	۷,۳۹	۸,۷۳	۷,۳۰
عدم اطمینان روانی از ثبات سرمایه‌گذاری و اطمینان از پایداری در میان سرمایه‌گذاران و تولیدکنندگان	۵,۷۱	۷,۶۰	۸,۹۲	۷,۵۰
تنظیم مقررات و استانداردها در تثبیت رژیم حاکم	۶,۳۸	۸,۰۱	۹,۳۶	۷,۹۷
تسلط رژیم‌های حاکم بر فرایند سیاست‌گذاری و وجود لابی و گروه‌های فشار	۶,۳۴	۷,۹۲	۹,۲۸	۷,۸۸
عدم دستیابی به توافق سیاسی در حمایت از گذار	۶,۲۵	۷,۷۹	۹,۱۷	۷,۷۶
فقدان چشم‌انداز مشترک در مورد توسعه فناوری جدید	۵,۷۵	۷,۵۸	۸,۹۸	۷,۵۱



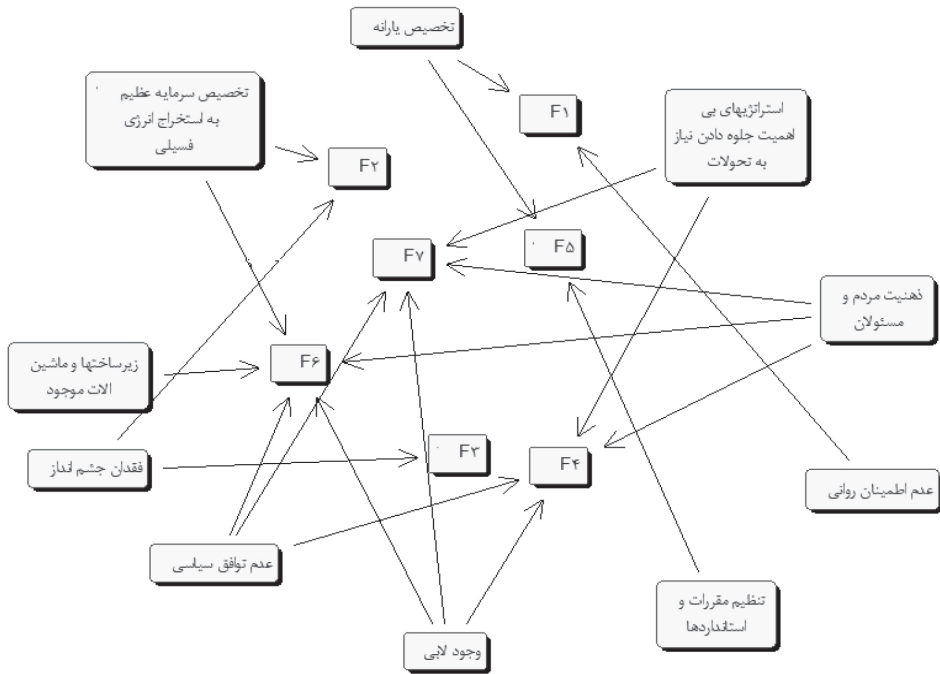
مضمون فرعی	میانگین هندسی حد پایین عدد مثلثی فازی	میانگین هندسی حد وسط عدد مثلثی فازی	میانگین هندسی حد بالا عدد مثلثی فازی	عدد فازی زدایی شده
تثبیت رژیم حاکم به وسیله ماشین آلات و زیرساخت‌های موجود از طریق سرمایه‌گذاری‌های انجام شده و مکمل‌های فنی بین اجزای سازنده	۵,۶۶	۷,۲۰	۹,۰۱	۷,۲۵
سرمایه‌گذاری عظیم در توزیع و استخراج نفت و گاز و شکل‌گیری زیرساخت‌های توسعه در بخش انرژی ایران عمدتاً حول انرژی فسیلی	۵,۶۳	۷,۴۳	۸,۷۹	۷,۳۶
منافع دانشمندان	۲,۴۲	۴,۴۲	۶,۴۰	۴,۴۲

در گام دوم به منظور بررسی تأثیرات موانع شناسایی‌شده بر کارکردهای نظام نوآوری فناورانه با استفاده از نظرات خبرگان، نگاشت هر خبره تهیه و در نهایت با بحث و بررسی طولانی به صورت یک نگاشت ادغام‌شده تدوین شد؛ و در نهایت با تشکیل گروه هم‌اندیشی و ویرایش نهایی، نگاشت نهایی با استفاده از نرم‌افزار Decision Explorer رسم شده است. یکی از کارکردهای اصلی روش روش سودا شناسایی موضوعات کلیدی<sup>۱</sup> است که یکی از راه‌های شناسایی این موضوعات، تحلیل دامنه‌ای<sup>۲</sup> است که در آن تعداد ورودی و خروجی‌های هر گره مشخص می‌شود و در اصل شلوغ بودن هر گره را محاسبه می‌کند. هر چه قدر عدد به دست آمده آماده برای هر گره بیشتر باشد، آن گره به عنوان گره مهم در نظر گرفته می‌شود فلذا نیاز به صرف منابع دارند. نقاط پایینی مدل به طور معمول گزینه‌ها<sup>۳</sup> هستند که از بین آن‌ها، گزینه‌های مهم برای حائز اهمیت هستند. گزینه‌های مهم آن‌هایی هستند که تأثیرات بیشتری روی موضوعات کلیدی می‌گذارند (آذر و همکاران، ۱۳۹۴). با مشاهده شکل ۴ مشخص است که کارکردهای تخصیص منابع، مشروعیت بخشی و جهت‌دهی به سیستم - به ترتیب با درجات ۵، ۴ و ۴- گره‌های مهم را شکل می‌دهند و همچنین موانع ذهنیت مردم و مسئولان، وجود لابی و عدم توافق سیاسی به عنوان گزینه‌های مهم، بیشترین تأثیر را بر کارکردهای مختلف نظام نوآوری فناورانه سیستم‌های خورشیدی فتوولتاییک داشته‌اند.

1 . Key issue

2 . Domain Analysis

3 . Options



شکل ۴- صورت‌بندی روابط متقابل موانع شناسایی شده و کارکردهای نظام نوآوری فناوریانه<sup>۱</sup>

### بحث پیرامون یافته‌ها

در این بخش، هر یک از موانع استخراج‌شده را به تفصیل تشریح می‌کنیم که چگونه هر یک از این موانع توسط رژیم فسیلی باعث عدم توسعه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در کشور شده است. لازم به ذکر است این بخش حاصل خروجی‌های ادبیات پژوهش و مصاحبه با خبرگان است.

- کنترل بازار توسط رژیم حاکم (قیمت‌گذاری پایین و تخصیص یارانه به انرژی‌های فسیلی) به عقیده مصاحبه‌شونده شماره ۳: "قیمت {برق حاصل از} انرژی فسیلی در {کشور} واقعی نیست... عواملی چون قیمت غیرواقعی آن‌ها، عرضه بی‌حد و حصر منابع فسیلی و اختصاص یارانه به آن‌ها از موانع جدی انرژی‌های پاک خواهد بود." مصاحبه‌شونده شماره ۶ نیز معتقد است: «یارانه

۱. لازم به ذکر است علائم F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7 به ترتیب معادل کارکردهای فعالیت‌های کارآفرینانه، خلق و توسعه دانش، انتشار

دانش، جهت‌دهی به سیستم، شکل‌گیری بازار، تخصیص منابع و مشروعیت بخشی هستند.

انرژی در کشور باعث شده فناوری‌ها و زیرساخت‌های مرتبط با حوزه انرژی تجدید پذیر در مقایسه با سوخت‌های فسیلی قیمت گران‌تری داشته باشد و رقابت‌پذیر نباشد و به دلیل قیمت فوق‌العاده ارزان برق، حتی طرح‌های تسهیلات نیروگاه‌های خورشیدی خانگی نیز با عدم استقبال مواجه شد. راتینن و لوند<sup>۱</sup> (۲۰۱۷) نیز به‌طور مشابه این نتیجه رسیدند سیاست‌های ملی انرژی فنلاند در حوزه قیمت، رژیم را تقویت کرده و بدین ترتیب قادر به کنترل توسعه نیچ شده به‌طوری که سرعت توسعه شرکت‌های تجدید پذیر فنلاند بسیار آهسته باقی مانده است.

#### • به‌کارگیری استراتژی‌های گفتمانی برای بی‌اهمیت جلوه دادن نیاز به تحولات توسط بازیگران رژیم

به گفته مصاحبه‌شونده شماره ۱: «در سال‌های پیشین همسویی نظرات به این سمت بود که در کشوری مانند ایران که سرشار از منابع نفت و گاز است، توسعه تجدیدپذیرها ضرورتی ندارد و باید متوقف شود.» در حال حاضر نیز این عقیده از جانب برخی دولتمردان وجود دارد که تجدیدپذیرها توجیه اقتصادی ندارند، این در حالی است که به عقیده خبرگان اگر به‌اندازه انرژی فسیلی بر آن‌ها سرمایه‌گذاری شده بود (اعم از یارانه‌های آشکار و پنهان) که مانع توسعه این بخش شده است، این توجیه اقتصادی نیز پدید می‌آمد. می‌توان گفت بازیگران رژیم تمایل به برجسته کردن معایب و خطرات و عوارض جانبی منفی ممکن نوآوری‌های نیچ دارند. به‌طور کلی بازیگران رژیم در روش مقاومت به‌صورت استراتژی‌های گفتمانی، منجر به گفتمان‌های غالبی می‌شوند که نه‌تنها مسئله مورد بحث (که دستور کار را مشخص می‌کند) را تعیین می‌کند بلکه چگونگی بحث پیرامون مسائل را هم مشخص می‌کند (گیلز، ۲۰۱۴).

#### • ذهنیت مردم و مسئولان و آگاهی عمومی پایین در مورد فناوری‌های تجدید پذیر به دلیل تسلط نفت و گاز در بخش انرژی در ایران

مصرف فناوری‌های نوین، نیازمند تغییرات رادیکالی در فرهنگ مصرف مردم دارد. به عقیده مصاحبه‌شونده شماره ۱۱: «در بخش سیستم‌های خانگی {فتوولتائیک} این ذهنیت در مردم وجود دارد که آیا قابلیت اطمینان و پایداری وجود دارد که بتواند روی آن سرمایه‌گذاری کند { آیا این راه‌حل توجیه اقتصادی دارد}. با توجه به وجود منابع فسیلی و سیستم مبتنی بر یارانه این

گذار مشکل‌تر است و این سؤال وجود دارد که چرا به سمت تجدید پذیر برویم. " بنابراین چگونگی تبیین لزوم گذار بسیار مهم است و پذیرش فرهنگی فناوری‌ها بخشی از مرحله مصرف است. این مرحله نیازمند آموزش و یادگیری، نهادسازی و انطباق<sup>۱</sup> است. پذیرش فرهنگی فناوری‌ها دارای ابعاد نمادین، واقعی و ادراکی است. به‌طور مثال پذیرش فرهنگی الکترونیسیته در خانه، کارخانه و حمل‌ونقل شهری با مبارزات قدرت سیاسی، اجتماعی و عدم اطمینان و یادگیری و تغییرات بزرگ‌تر فرهنگی همراه بوده است (میرعمادی و رحیمی راد، ۱۳۹۶).

### • عدم اطمینان روانی از ثبات سرمایه‌گذاری و اطمینان از پایداری در میان سرمایه‌گذاران و تولیدکنندگان

مصاحبه‌شونده شماره ۱۱ اظهار می‌دارد: " به دلیل وجود برق فسیلی منابع کافی برای توسعه فتوولتائیک در کشور پیش‌بینی نشده به دلیل مسائلی چون وجود بهره‌بانکی بالا، امنیت سرمایه‌گذاری چه داخلی و چه خارجی در تمام حوزه‌های فناوری‌ها شاخص قابل قبولی نیست و سرمایه‌گذاری ریسک بالایی دارد. نکته مهم دیگر آنکه با توجه به آنکه قراردادهای زیادی بسته نشده این عدم اطمینان روانی وجود دارد که آیا دولت به قراردادهای خرید تضمینی پایبند هست. " مصاحبه‌شونده شماره ۴ نیز بر این عقیده است که: "علاوه بر مسائل مالی، توانمندی {فناورانه} در حوزه فتوولتائیک اندک است و به‌عنوان مثال به این دلیل که تولیدکنندگان پنل برنامه‌ای برای افزایش بهره‌وری نداشته‌اند پس از گذشت زمان راندمان پنل کاهش می‌یابد و نیاز به جایگزین دارد. "

نظر به آنکه نوآوری‌های رادیکال در ابتدا با عدم اطمینان فراگیری در مورد تقاضای بازار، نیازهای کاربر، عملکرد فنی و قیمت همراه هستند، دشوار است تا محاسبات قابل اعتماد هزینه-فایده که زیربنای تصمیمات سرمایه‌گذاری منطقی است، صورت گیرد به‌طوری که به عقیده زیمرمن و زایتز<sup>۲</sup> (۲۰۰۲) برنامه‌های سرمایه‌گذاری و سیاستی تا حدی، یک عمل اعتقادی است که باورها و احساسات را شامل می‌شود. نتیجه آنکه همان‌گونه که گیلز (۲۰۱۴) معتقد است این حوزه‌های نهادی استراتژی‌های بازیگران حاکم را تسهیل می‌کنند و از این‌رو به مقاومت رژیم کمک می‌کنند.

### • تنظیم مقررات و استانداردها در تثبیت رژیم حاکم

به عقیده مصاحبه‌شونده شماره ۷: " {سازوکارهای} یارانه‌های مستقیم و پنهان، رژیم {صنعتی}

1 . Adjsutment

2 . Zimmerman and Zeitz

ایران را به طرف صنایع با محوریت انرژی ارزان به پیش می‌برد. "به همین ترتیب منطق نهادی ساختار تولید برق ایران نیز بر پایه انرژی ارزان بنا نهاده شده است. به طور کلی دخالت دولت در هزینه‌های تولید از طریق ارائه یارانه انرژی به صنایعی که از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌کنند، باعث می‌شود که قیمت سوخت فسیلی همواره پایین‌تر از هزینه‌های واقعی آن در اقتصاد نگه داشته شود. مصاحبه‌شونده شماره ۲ نیز معتقد است: "پس از اکتشاف نفت، انرژی فسیلی به عنوان منبع ثروت خدادادی نقش اساسی در تصمیم‌گیری داشته است. رشد اقتصادی کشور همواره به منابع فسیلی وابسته بوده است. سهم عمده رشد کشور مدیون آن {انرژی فسیلی} بوده و با توجه به آنکه مبنای اصلی تأمین بودجه بوده نقش اساسی در تصمیم‌گیری دارد و سیاست‌ها به سمت استفاده بیشتر از منابع فسیلی است." به طور مشابه نصیری و همکاران (۲۰۱۳) نیز به مقاومت اقتصاد رانتیر بر سیاست‌گذاری تجدید پذیرها اشاره می‌کنند.

#### • تسلط رژیم‌های حاکم بر فرایند سیاست‌گذاری و وجود لابی و گروه‌های فشار

همان‌گونه که حافظ نیا و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۷) در مطالعه خود بر مسئله تعارض منافع بین متولیان اقتصاد نفتی و انرژی‌های تجدید پذیر به عنوان یکی از آسیب‌های جدی سیاست‌گذاری کلان کشوری تأکید دارند، شکل‌گیری لابی در سطوح تصمیم‌گیری در مخالفت با توسعه فناوری انرژی‌های تجدید پذیر نیز یکی از مصادیق برخورد علایق متضادی است که می‌تواند قدرت چانه‌زنی توسعه‌دهندگان انرژی‌های تجدید پذیر را پایین بیاورد. به عبارت دیگر رژیم‌های حاکم همواره سعی می‌کنند فرایند سیاست‌گذاری را تسخیر کنند و آن را به نفع خود تغییر دهند (وس و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۹). از طرفی به عقیده مصاحبه‌شونده شماره ۲ نه تنها فشار اجتماعی که در برخی کشورهای در حال توسعه که در حمایت از انرژی‌های جدید و تجدید پذیر وجود دارد در ایران مشاهده نمی‌شود بلکه سیاست‌گذاران نیز از روش بالا به پایین برای سیاست‌گذاری استفاده می‌کنند و سایر ذینفعان معمولاً به طور فعال در تدوین سیاست‌ها مشارکت نمی‌کنند که این البته در سایر کشورهای خاورمیانه نیز رایج است (نصیری و همکاران، ۲۰۱۳).

#### • عدم دستیابی به توافق سیاسی در حمایت از گذار پایدار

ایده آل بازیگران نیچ، دستیابی به توافق سیاسی در حمایت از گذار است. مصاحبه‌شونده شماره ۴

1 . Hafeznia

2 . Voss

معتقد است: "با اینکه به مرور زمان تحولاتی به سمت تجدیدپذیرها صورت گرفته اما در سطوح مختلف اختلاف نظر وجود دارد. البته بعد از مدت‌ها در اوایل دهه ۹۰ وفاق تا حدی شکل گرفته است؛ اما به دلیل وجود برق فسیلی انگیزه‌ای برای توسعه تجدیدپذیر وجود ندارد و صرفاً دلایل محیط زیستی و حفظ منابع و حضور در کنوانسیون‌ها منجر به حرکت‌های جسته‌وگریخته شده است." به‌طور مشابه در برخی از کشورها، سازمان‌های رژیم اتحادیه‌های قوی را با محافظه‌کاران سیاسی برای کاهش حمایت‌های نظارتی جهت توسعه نیچ ایجاد کرده‌اند. این الگو به‌ویژه در ایالات متحده آمریکا، کانادا و استرالیا مشهور است، اما همچنان در برخی کشورها مانند آلمان درجه کمتری دارد (هاپمن و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۴).

#### • فقدان چشم‌انداز مشترک در مورد توسعه فناوری جدید

به عقیده مصاحبه‌شونده شماره ۴: "فرهنگ مسئولین ما فرهنگ سیاست‌گذاری‌های کوتاه‌مدت است. به‌طوری‌که چالش‌های امنیتی و سیاسی باعث شده مسئولان با توجه به افق کوتاه‌مدت تصمیم بگیرند." علی‌رغم آنکه توسعه تجدیدپذیرها از برنامه سوم توسعه وارد اسناد بالادستی شده اما مسائلی چون نیازهای فوری کشور، جنگ‌های منطقه‌ای و ... برنامه‌های توسعه فناوری مغفول بماند و حضور و وفور انرژی‌های فسیلی مانع شکل‌گیری چشم‌انداز مشترکی بین مسئولین امر شده و این دوگانگی همان‌گونه که در موانع قبل نیز بیان نشد باعث قفل‌شدگی در اقتصاد کربنی شده است.

#### • تثبیت رژیم حاکم به‌وسیله ماشین‌آلات و زیرساخت‌های موجود از طریق سرمایه‌گذاری‌های انجام شده

#### • سرمایه‌گذاری عظیم در توزیع و استخراج نفت و گاز و شکل‌گیری زیرساخت‌های توسعه در بخش انرژی ایران عمدتاً حول انرژی فسیلی

مصاحبه‌شونده شماره ۳ بیان می‌کند: "با مقایسه توسعه انرژی فسیلی با خورشیدی، در ابتدای کار وجود منابع در هر دوی بخش‌های فسیلی و انرژی خورشیدی باعث اهمیت شده اما در ادامه توسعه آن‌ها، بخش فسیلی در استحصال منابع، پرورش منابع انسانی، توسعه شرکت‌های وابسته موفق بود... قدمت زیاد انرژی فسیلی باعث شده متخصصان کارگشته زیادی در این حوزه داشته

باشیم، تجهیزات مناسبی وجود دارد و شرکت‌هایی که در حال تولید یا واردات تجهیزات هستند بسیار موفق هستند. همکاری‌های مشترک با شرکت‌های بزرگ از دهه‌های قبل در حوزه‌های نفت و گاز منجر به انتقال دانش فنی به کشور شده است اما برای تجدید پذیر این اتفاق نیفتاده است به‌گونه‌ای که همکاری‌های بین‌المللی، متخصص توسعه فناوری و منابع انسانی نداشته باشیم. به‌موازات زیرساخت استفاده از انرژی فسیلی به‌طور کاملاً مناسب ایجاد شده و در برهه کنونی مدام شاهد انعقاد قراردادهای جدید ساخت نیروگاه‌های فسیلی هستیم. "به‌طور مشابه چنین قدرت نابرابری در ایالات‌متحده نیز مشهود است، به‌طوری که صنعت برق فسیلی در سال ۲۰۱۴ بیش از ۲۱ میلیون دلار کمک‌های تبلیغاتی را در مقایسه با تقریباً ۲ میلیون دلار کل بخش صنعت انرژی‌های تجدید پذیر دریافت کرد (هس<sup>۱</sup>، ۲۰۱۶).

### نتیجه‌گیری

با توجه به آنکه چارچوب‌های موجود تحلیل توسعه و انتشار فناوری‌های کم‌کربن به‌اندازه کافی به بستر کشورهای در حال توسعه نمی‌پردازند و نیاز مبرمی به توسعه چارچوب‌های تحلیلی جدید جهت تجزیه و تحلیل آن‌ها وجود دارد، پژوهش حاضر کوشید با ترکیب چارچوب رویکرد چند سطحی و نظام نوآوری فناورانه بر مقاومت بازیگران رژیم حاکم جهت حرکت به سمت گذار کم‌کربن تمرکز کند و نشان دهد که علی‌رغم تحرکات جهت گذار اجتماعی - فنی در سیستم برق کشور، چگونه مقاومت رژیم سوخت فسیلی به‌طور گسترده‌ای منجر به عدم پیشرفت تولید برق از فتولتائیک‌ها شده و آمار تولید برق از سیستم‌های فتولتائیک گرچه با افزایش سالانه روبروست اما فاقد اثرات جایگزینی با محدودکننده بوده است. با توجه به آنکه تا جایی که فرایندهای رژیم فرصتی برای نوآوری‌ها فراهم نیاورند آن‌ها در یک نیچ خاص پنهان می‌مانند بنابراین می‌توان با شناسایی انواع مختلف مقاومت رژیم، راهکارهای مناسبی برای توسعه نیچ تدوین کرد.

به‌طور خلاصه در پاسخ به سؤال اول پژوهش یعنی شناسایی موانع گذار اجتماعی - فنی به سیستم‌های خورشیدی فتولتائیک با تأکید بر رژیم برق فسیلی، با مرور ادبیات، مصاحبه با خبرگان و به‌کارگیری روش‌های تحلیل مضمون و دلفی فازی مشخص گردید که فرآیند گذار در کشورمان با ۴ دسته مانع اعم از اقتصادی، نهادی، سیاسی و فنی از جانب رژیم مذکور مواجه است. همچنین با بررسی

تأثیر موانع شناسایی شده در بخش رژیم برق فسیلی بر کارکردها با استفاده از روش سودا مشخص شد، بیشترین تأثیرات موانع شناسایی شده بر کارکردهای تخصیص منابع، مشروعیت بخشی و جهت‌دهی به سیستم بوده است. کارکرد مشروعیت بخشی در توسعه فناوری مانند یک کاتالیزگر عمل می‌کند و برای انجام فعالیت در سایر کارکردها مانند تخصیص منابع و شکل‌گیری بازار ضروری است و به عبارت بهتر خروجی این کارکرد، ایجاد قابلیت اطمینان برای فناوری نوظهور است. دسترسی به منابع موردنیاز (تخصیص منابع)، نیز یکی از ضروری‌ترین نیازهای توسعه نظام‌های تو آوری فناورانه است. در صورت عدم وجود منابع مالی و ابزارهای موردنیاز و نیز بازیگرانی با توانایی و قابلیت‌های متمایز، یک فناوری نوظهور به‌هیچ‌وجه مورد استقبال قرار نخواهد گرفت. همچنین بدون جهت‌دهی به سیستم، حتی دامنه گسترده‌ای از فعالیت‌های خلق دانش، انتشار دانش و فعالیت‌های کارآفرینی، به‌جایی نمی‌رسد.

به‌طور کلی گرچه شواهد پراکنده‌ای چون اختصاص پژوهانه‌های تحقیقاتی، برخی نهادسازی‌ها از جمله خرید تضمینی برق تجدید پذیر و برخی فعالیت‌های آگاه‌سازی از سوی انجمن‌ها و غیره حکایت از تمایل به حرکت به‌طرف نیروگاه‌های فتوولتاییک دارد، اما باید گفت با وجود قفل‌شدگی کربنی کشورمان، بدون توجه به موانع مؤثر از جمله موانع برخاسته از این پژوهش، هیچ تحولی به‌وقوع نخواهد پیوست. بنابراین به‌منظور رفع قفل‌شدگی کربنی یا به عبارت بهتر شکست‌گذار پیشنهادهای زیر جهت سازمان‌های متصدی در بخش فتوولتاییک ارائه می‌گردد:

- افزایش مشارکت ذینفعان حوزه فتوولتاییک در دستور کار سازی سیاستی
  - توانمندسازی ائتلاف‌های حامی
  - فعال‌سازی مخاطبان اثرگذار موافق در راستای کاهش اثرگذاری ذینفعان کلیدی مخالف
  - ایجاد شبکه‌های بازیگران بانفوذ
  - رفع یارانه‌های انرژی کربنی و فسخ سیاست‌های تبعیض‌آمیز
  - فعالیت شخصیت‌های سیاسی - فرهنگی و گروه‌های مرجع در آگاهی بخشی به مردم در مورد انرژی‌های تجدید پذیر
  - معرفی و حمایت از فناوری فتوولتاییک در رسانه‌ها
  - رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از فناوری فتوولتاییک
- همچنین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده علاوه بر درک و شناخت پویایی‌های مقاومت رژیم،



راهکارهای بی‌ثبات‌سازی و رکود رژیم‌های موجود در دستور کار قرار گیرد. نکته دیگر آنکه پیشرفت‌های کشورهای همسایه- که خود دارای منابع بزرگ نفت و گاز هستند- در تنوع‌بخشی به بخش انرژی و روی آوردن به انرژی‌های تجدید پذیر نشان می‌دهد با تغییرات اصلی در نهادها و سازمان‌های اجتماعی کشور می‌توان تغییر ایجاد کرد و درس‌های گران‌بهایی از آن‌ها آموخت. لازم به ذکر است نبودن موضوع پژوهش در کشورمان و وجود پژوهش‌های اندکی که از این زاویه به موضوع نگریسته باشند، محدودیت‌هایی را فراهم آورد که ممکن است بر کیفیت پژوهش اثرگذار بوده باشد.

### منابع:

- اردکانیان، رضا، ۱۳۹۷، *ظرفیت نیروگاه‌های تجدید پذیر ایران به ۴۰۰۰ مگاوات می‌رسد*. دسترسی در [goo.gl/aUQjCq](http://goo.gl/aUQjCq) از وبسایت: ۱۳۹۷/۵/۲۵
- آذر، عادل، نجفی توانا، سعید، قربانی، حسین، ۱۳۹۴، نگاشت نقشه پایش فرایند کیفیت اقلام آماری مرکز آمار ایران با رویکرد تحلیل و توسعه گزینه‌های استراتژیک (سودا). *پژوهش‌های مدیریت در ایران*، سال نوزدهم، شماره ۴، صص ۱-۲۰.
- میرعمادی، طاهره. رحیمی راد، زهره، ۱۳۹۶، *آینده پژوهی سیاست‌های ایران در بیست سال آینده*. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری.
- میرعمادی، طاهره. (۱۳۹۱). مدارهای توسعه‌نیافتگی و تأثیر آن‌ها بر نظام ملی نوآوری در ایران. *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، ۵(۱)، ۱۷-۳۰.
- Avelino, F., & Rotmans, J. (2009). Power in transition: an interdisciplinary framework to study power in relation to structural change. *European journal of social theory*, 12(4), 543-569.
- Baltar, F., & Brunet, I. (2012). Social research 2.0: virtual snowball sampling method using Facebook. *Internet Research*, 22(1), 57-74.
- Bergek, A., Hekkert, M., Jacobsson, S., Markard, J., Sandén, B., & Truffer, B. (2015). Technological innovation systems in contexts: Conceptualizing contextual structures and interaction dynamics. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 16, 51-64.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101.
- Cavalli-Sforza, V., & Ortolano, L. (1984). Delphi forecasts of land use: Transportation

- interactions. *Journal of Transportation Engineering*, 110(3), 324-339.
- Cheng, C. H., & Lin, Y. (2002). Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation. *European journal of operational research*, 142(1), 174-186.
  - Coenen, L., & López, F. (2010). Comparing systems approaches to innovation and technological change for sustainable and competitive economies: an explorative study into conceptual commonalities, differences and complementarities. *Journal of Cleaner Production*, 18(12), 1149-1160.
  - Edquist, C., 2004. Reflections on the systems of innovation approach. *Science and public policy*, 31(6), pp.485-489.
  - Edsall, H. E. (2017). Identifying barriers to wind energy diffusion in Colombia: A function analysis of the technological innovation system and the wider context. *Technology in Society*, 49, 1-15.
  - EIA, U. (2013). Annual energy outlook 2013. *US Energy Information Administration, Washington, DC*, 60-62.
  - Farla, J., Markard, J., Raven, R., & Coenen, L. (2012). Sustainability transitions in the making: A closer look at actors, strategies and resources. *Technological forecasting and social change*, 79(6), 991-998.
  - Geels, F. (2014). Regime resistance against low-carbon transitions: Introducing politics and power into the multi-level perspective. *Theory, Culture & Society*, 31(5), 21-40.
  - Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research policy*, 31(8-9), 1257-1274.
  - Geels, F. W. (2005). The dynamics of transitions in socio-technical systems: a multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860–1930). *Technology analysis & strategic*
  - Geels, F. W., & Schot, J. (2010). The dynamics of transitions: a socio-technical perspective.
  - Geels, F. W., Hekkert, M. P., & Jacobsson, S. (2008). The dynamics of sustainable innovation journeys.
  - Geels, F., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways.

*Research Policy*, 36(3), 399-417.

- Grin, J. (2010). Understanding transitions from a governance perspective. *Transitions to sustainable development: New directions in the study of long term transformative change*, 221-319.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. *Handbook of qualitative research*, 2(163-194), 105.
- Hafeznia, H., Aslani, A., Anwar, S., & Yousefjamali, M. (2017). Analysis of the effectiveness of national renewable energy policies: A case of photovoltaic policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79, 669-680.
- Hekkert, M. P., Suurs, R. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological forecasting and social change*, 74(4), 413-432.
- Hess, D. J. (2016). The politics of niche-regime conflicts: distributed solar energy in the United States. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 19, 42-50.
- Hoppmann, J., Huenteler, J., & Girod, B. (2014). Compulsive policy-making—the evolution of the German feed-in tariff system for solar photovoltaic power. *Research policy*, 43(8), 1422-1441.
- Hsu, T. H., & Yang, T. H. (2000). Application of fuzzy analytic hierarchy process in the selection of advertising media. *Journal of Management and Systems*, 7(1), 19-39.
- Iizuka, M. (2015). Diverse and uneven pathways towards transition to low carbon development: the case of solar PV technology in China. *Innovation and Development*, 5(2), 241-261.
- Ishikawa, A. (1993, January). The new fuzzy Delphi methods: economization of GDS (group decision support). In *System Sciences, 1993, Proceeding of the Twenty-Sixth Hawaii International Conference on* (Vol. 4, pp. 255-264). IEEE.
- Jacobsson, S., & Johnson, A. (2000). The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research. *Energy Policy*, 28(9), 625-940.
- Kemp, R., Schot, J., & Hoogma, R. (1998). Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management. *Technology analysis & strategic management*, 10(2), 175-198.
- Kern, F. (2011). Ideas, institutions, and interests: explaining policy divergence in fostering 'system innovations' towards sustainability. *Environment and Planning C*:

*Government and Policy*, 29(6), 1116-1134.

- Levy, D. L., & Newell, P. J. (2002). Business strategy and international environmental governance: Toward a neo-Gramscian synthesis. *Global Environmental Politics*, 2(4), 84-101.
- Loorbach, D. (2010). Transition management for sustainable development: a prescriptive, complexity-based governance framework. *Governance*, 23(1), 161-183.
- Markard, J., & Truffer, B. (2008). Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework. *Research policy*, 37(4), 596-615.
- Murray, T. J., Pipino, L. L., & van Gigch, J. P. (1985). A pilot study of fuzzy set modification of Delphi. *Human Systems Management*, 5(1), 76-80.
- Nasiri, M., Khorshid-Doust, R. R., & Moghaddam, N. B. (2013). Effects of underdevelopment and oil-dependency of countries on the formation of renewable energy technologies: A comparative study of hydrogen and fuel cell technology development in Iran and the Netherlands. *Energy policy*, 63, 588-598.
- Negro, S. O., Alkemade, F., & Hekkert, M. P. (2012). Why does renewable energy diffuse so slowly? A review of innovation system problems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 3836-3846.
- Nejat, P., Morsoni, A. K., Jomehzadeh, F., Behzad, H., Vesali, M. S., & Majid, M. A. (2013). Iran's achievements in renewable energy during fourth development program in comparison with global trend. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 561-570.
- Phillips, R. (2000). New applications for the Delphi technique. *ANNUAL-SAN DIEGO-PFEIFFER AND COMPANY*, 2, 191-196.
- Radosevic, S. (1998). Defining systems of innovation: a methodological discussion. *Technology in Society*, 20(1), 75-86.
- Ratinen, M., & Lund, P. D. (2017). When regime changes slow down niche development: the example of wind energy business in Finland. *International Journal of Research, Innovation and Commercialisation*, 1(1), 41-56.
- Raven, R. P. J. M., & Geels, F. W. (2010). Socio-cognitive evolution in niche development: Comparative analysis of biogas development in Denmark and the Netherlands (1973–2004). *Technovation*, 30(2), 87-99.

- Rip, A., & Kemp, R. (1998). Technological change. *Human choice and climate change*, 2, 327-399.
- Rotmans, J., Kemp, R., & Van Asselt, M. (2001). More evolution than revolution: transition management in public policy. *Foresight*, 3(1), 15-31.
- Smith, A. (2007). Translating sustainabilities between green niches and socio-technical regimes. *Technology analysis & strategic management*, 19(4), 427-450.
- Smith, A., Stirling, A., & Berkhout, F. (2005). The governance of sustainable socio-technical transitions. *Research policy*, 34(10), 1491-1510.
- Smith, A., Voß, J. P., & Grin, J. (2010). Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research policy*, 39(4), 435-448.
- Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of evolutionary economics*, 1(2), 93-118.
- Suurs, R. A. (2009). *Motors of sustainable innovation: Towards a theory on the dynamics of technological innovation systems*. Utrecht University.
- Suurs, R. A., & Hekkert, M. P. (2009). Cumulative causation in the formation of a technological innovation system: The case of biofuels in the Netherlands. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(8), 1003-1020.
- Voss, J., Smith, A., & Grin, J. (2009). Designing long-term policy: rethinking transition management. *Policy sciences*, 42(4), 275-302.
- Walrave, B., & Raven, R. (2016). Modelling the dynamics of technological innovation systems. *Research Policy*, 45(9), 1833-1844.
- Walz, R., Köhler, J. H., & Lerch, C. (2016). *Towards modelling of innovation systems: An integrated TIS-MLP approach for wind turbines* (No. 50). Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis.
- Wieczorek, A. J. (2017). Sustainability transitions in developing countries: Major insights and their implications for research and policy. *Environmental Science & Policy*, 84, 204-216.
- Zhang, S., Andrews-Speed, P., & Ji, M. (2014). The erratic path of the low-carbon transition in China: Evolution of solar PV policy. *Energy Policy*, 67, 903-912.
- Zimmerman, M. A., & Zeitz, G. J. (2002). Beyond survival: Achieving new venture growth by building legitimacy. *Academy of management review*, 27(3), 414-431.