

## تبیین فرآیند توسعه فناوری با استفاده از موتورهای محرک نوآوری؛ مورد مطالعه: توسعه فناوری نیروگاه‌های بادی در ایران

محمد رضا تقوا<sup>۱</sup>

ناصر باقری مقدم\*<sup>۲</sup>

سید حبیب الله طباطبائی<sup>۱</sup>

محمد تقی تقوی فرد<sup>۱</sup>

### چکیده

امروزه در سراسر جهان مباحث مربوط به انرژی با حساسیت بیشتری نسبت به گذشته پیگیری می‌شود. پیامدهای زیست‌محیطی سوخت‌های فسیلی و محدودیت آن‌ها دو مشکل اصلی است که جهان با آن روبه‌رو است. یکی از راهکارهای کاهش وابستگی به انرژی‌های فسیلی، توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد که یکی از مهم‌ترین انواع آن برای ایران انرژی باد است.

هدف اصلی این مقاله، تبیین فرآیند توسعه فناوری نیروگاه‌های بادی براساس مدل نظام نوآوری فناورانه و موتورهای محرک نوآوری است. در این راستا با استفاده از روش تحلیل تاریخی وقایع و مصاحبه‌های نیمه ساختار یافته، حلقه‌های علی معلولی بین کارکردهای نظام نوآوری فناورانه یا همان موتورهای محرک نوآوری نیروگاه‌های بادی در ایران استخراج گردیده‌است. سپس با کمک پیمایش به‌وسیله پرسشنامه و مدل‌سازی معادلات ساختاری، روابط بین موتورهای محرک نوآوری نیروگاه‌های بادی در ایران اعتبارسنجی و این موتورهای نوآوری ارائه شده‌اند.

### کلمات کلیدی:

نیروگاه‌های بادی، نظام نوآوری فناورانه، موتورهای محرک نوآوری.

۱. عضو هیات علمی دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی

\* نویسنده عهده دار مکاتبات : [bagheri@nrsp.ac.ir](mailto:bagheri@nrsp.ac.ir)

۲. عضو هیات علمی مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور

## ۱. مقدمه

امروزه در سراسر جهان مباحث مربوط به انرژی با حساسیت بیشتری نسبت به گذشته در تمامی ابعاد اقتصادی، سیاسی و امنیت انرژی پیگیری می‌شود. اهمیت این مباحث روزه‌روز در حال افزایش بوده و مطالعات مربوط به آن برای تمامی کشورها از ضرورت راهبردی خاص برخوردار است. دلیل اصلی این امر آن است که انرژی، محور اصلی توسعه و پیشرفت جوامع بشری را تشکیل داده و رشد منطقی این جوامع بدون انرژی غیرممکن خواهد بود. نگاهی به معضلات گذشته نشان می‌دهد که توسعه بهره‌برداری از سوخت‌های فسیلی نیز در کوتاه‌مدت و بلندمدت دارای مشکلاتی از قبیل ناپایداری در منابع انرژی و اثرات مخرب زیست‌محیطی است که در نتیجه آن حرکت به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر قطعی و ضروری شده‌است.

کشور ایران از جمله کشورهای است که دارای تاریخچه و توانایی نسبی در تولید و توسعه نیروگاه‌های بادی می‌باشد. نکته قابل توجه آنکه تجربه کشورهای مختلف نشان می‌دهد که توفیق در امر توسعه صنعتی انرژی‌های تجدیدپذیر و خصوصاً نیروگاه‌های بادی، در گرو پیروی از یک سیاست واحد یا نسخه‌برداری مکانیکی از تجربه سایر کشورها نیست، بلکه راهبردهای متعددی برای نیل به این مقصود وجود دارد. بنابراین، شکل‌گیری صنعت بر مبنای توسعه فناوری بومی در هر کشور نیازمند سیاست‌گذاری دقیق در آن صنعت می‌باشد.

اولین گام برای سیاست‌گذاری مناسب و با کیفیت، تبیین وضعیت موجود فرآیند توسعه فناوری است. تاکنون متخصصان زیادی برای سیاست‌گذاری توسعه فناوری بالاخص فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر از چارچوب نظام نوآوری فناورانه استفاده کرده‌اند (ادکوئیست<sup>۱</sup>، ۱۹۹۷؛ کارلسون<sup>۲</sup> و استنکوویز<sup>۳</sup>، ۱۹۹۱؛ کارلسون و جاکوبسون، ۱۹۹۷). با این وجود گستره‌ی تحلیل فرآیند توسعه فناوری با استفاده از چارچوب نظام نوآوری فناورانه، دارای رویکردهای متفاوتی از جمله رویکردهای ساختاری، فرآیندی، پویایی کارکردی (موتورهای محرک نوآوری) و توأمان کارکردی - ساختاری است. هکرت (۲۰۰۷) اولین بار تحلیل جامعی در رابطه با کارکردهای نظام نوآوری فناورانه انجام داد و بیان داشت که این نوع تحلیل برای سیاست‌گذاری توسعه فناوری بسیار ساده‌تر و جامع‌تر است (هکرت، ۲۰۰۷). در ادامه نگرو (۲۰۰۹ و ۲۰۰۷)، هکرت (۲۰۰۹)، سورس (۲۰۰۸ و ۲۰۰۹)، برگک و همکاران (۲۰۰۸)

1 . Edquist

2 . Carlsson

3 . Stankiewicz

با استفاده از رویکرد کارکردی، نظام نوآوری فناورانه را تحلیل کردند؛ در این میان سورس با استفاده از ابزار تحلیل تاریخی وقایع، پویایی کارکردهای نظام نوآوری فناورانه (موتورهای محرک نوآوری) در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر را استخراج و تبیین کرد (باقری مقدم و همکاران، ۱۳۹۲).

براین اساس و با توجه به رویکرد نظام نوآوری فناورانه یکی از گام‌های اولیه برای تدوین سیاست‌های مناسب توسعه یک حوزه‌ی فناورانه، شناسایی کارکردهایی است که در توسعه فناوری از اهمیت بالایی برخوردار هستند و استخراج حلقه‌های علی معلولی کارکردهای توسعه آن فناوری در کشور می‌باشد. لذا هدف اصلی این مقاله پاسخ به این سؤال است که ارتباط بین کارکردهای توسعه فناوری نیروگاه‌های بادی در ایران براساس مدل موتورهای محرک نوآوری چیست؟ برای پاسخ به سؤال تحقیق، ابتدا با بهره‌گیری از روش تحلیل تاریخی وقایع و انجام مصاحبه با خبرگان و متخصصان، فرآیند توسعه فناوری نیروگاه‌های بادی و ارتباط کارکردهای مؤثر بر توسعه فناوری توصیف کیفی گردید و در ادامه این روابط به صورت فرضیه‌هایی بیان و این فرضیات با استفاده از پرسشنامه و مدل معادلات ساختاری به صورت کمی موردآزمون قرار گرفت و اعتبارسنجی شد. درواقع براساس این روابط علی و معلولی بین کارکردها می‌توان نحوه شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه نیروگاه‌های بادی در ایران را تحلیل نمود و رهیافت‌هایی برای توسعه این فناوری ارائه کرد.

در ادامه ابتدا مبانی نظری مرتبط با نظام نوآوری فناورانه و موتورهای محرک نوآوری تشریح می‌گردد. سپس فرآیند توسعه فناوری نیروگاه‌های بادی در ایران با مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته توصیف کیفی می‌گردد و ارتباط کارکردهای مؤثر بر توسعه این فناوری در ایران استخراج می‌شود. در ادامه برای تأیید روابط بین کارکردهای مؤثر در توسعه فناوری، شاخص‌هایی برای تبیین هر یک از کارکردها استخراج شده‌است و وضعیت این کارکردها با بهره‌گیری از پرسشنامه‌های ارسال شده برای خبرگان تعیین می‌شود. در نهایت با استفاده از معادلات ساختاری این ارتباطات موردآزمون قرار می‌گیرد و چگونگی ارتباط این کارکردهای مؤثر بر توسعه فناوری نیروگاه‌های بادی اعتبارسنجی می‌شود.

## ۲. مبانی نظری

### ۲-۱. نظام نوآوری فناورانه<sup>۱</sup>

کارلسون و استنکیویز (۱۹۹۱)، نظام نوآوری فناورانه را به صورت «شبکه‌ای پویا از عوامل<sup>۲</sup> که در یک

1 . Technological Innovation System

2 . Agents

ناحیه اقتصادی/صنعتی تحت زیرساخت‌های نهادی خاص با یکدیگر در تعامل بوده و در تولید، انتشار و بهره‌برداری از فناوری سهیم هستند» تعریف می‌کنند. نقطه آغاز تحلیل یک نظام نوآوری فناورانه بر یک منطقه جغرافیایی یا بخش صنعتی متمرکز نبوده و بلکه بر یک فناوری یا یک زمینه فناورانه متمرکز است. هدف بیشتر مطالعات نظام‌های نوآوری فناورانه، تحلیل و ارزیابی توسعه یک نوآوری فناورانه خاص در قالب ساختار یا فرآیندهای پشتیبان (یا مخرب آن) است. براین اساس، رویکرد نظام نوآوری فناورانه را می‌توان از دو منظر تشریح کرد اول رویکرد فرآیندی است که کارکردهای توسعه فناوری را مدنظر قرار می‌دهد؛ دوم رویکرد ساختاری است که بازیگران و روابط بین آن‌ها را تبیین می‌نماید. در ادامه رویکرد نظام نوآوری با توجه به منظر فرآیندی تشریح می‌گردد.

## ۲-۲. کارکردهای نظام نوآوری فناورانه

هدف هر نظام نوآوری از جمله نظام نوآوری فناورانه، تحقق فرایند نوآوری است. این فرایند نوآوری، شامل خلق، انتشار و بهره‌برداری از فناوری است که در قالب توسعه‌ی فناوری به ظهور می‌رسد. مجموعه‌ای از فعالیت‌های مختلف که بر فرایند نوآوری تأثیر می‌گذارند، کارکردهای نظام نوآوری فناورانه نام می‌گیرند. کارکردها، فرایندهایی هستند که وجود آن‌ها در شکل‌گیری یک نظام نوآوری فناورانه ضروری است. همچنین، هریک از این کارکردها، می‌تواند از طریق فعالیت‌های گوناگون برآورده شوند.

ادکوئیست (۲۰۰۴) دنبال کردن فرآیندهای نوآوری یا به تعبیری دیگر، توسعه، انتشار و به‌کارگیری نوآوری‌ها در عمل را به‌عنوان کارکرد اصلی نظام‌های نوآوری قلمداد می‌کند. برای مطالعه‌ی میزان تحقق این کارکرد کلی سیستم، محققان کارکردهای مختلفی را در سطح اول سیستم شناسایی کرده‌اند. بنابراین می‌توان به کارکردهای سیستم به‌عنوان زیرکارکردهای کارکرد اصلی آن نگریست. این کارکردها عوامل فرایندی مؤثر بر توسعه‌ی فناوری محسوب می‌شوند. همچنین، کارکردهای سیستم برآیندی از فعالیت‌های رخ داده در آن می‌باشند. یعنی با دسته‌بندی فعالیت‌های متجانس می‌توان کارکردهای نظام را شناسایی کرد. ارائه‌ی دسته‌بندی‌های مختلف از کارکردها نیز به‌علت وجود دسته‌بندی‌های مختلف از فعالیت‌های سیستم است. در طول زمان، محققان برای پالایش کارکردهای ارائه شده تلاش کردند. آخرین نسخه‌ی کارکردها را می‌توان در مطالعه‌ی سورس<sup>۱</sup> و هکرت (۲۰۰۹) یافت. پس از مرور ادبیات کارکردها و تحلیل کارکردهای پیشنهاد شده توسط محققان مختلف،

کارکردهای مناسب برای این مطالعه دسته‌بندی ارائه شده توسط هکرت (۲۰۱۰) است که پالایش بیشتری از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه ارائه نموده است. کارکردهای هفت‌گانه ارائه شده توسط هکرت (۲۰۱۰) با توضیحات مرتبط با هریک از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱) تعریف کارکردهای نظام نوآوری فناورانه (هکرت، ۲۰۱۰)

ردیف	کارکردها	تعریف
۱	کارآفرینی ( $F_1$ )	تبدیل دانش فنی موجود به کسب‌وکارهای جدید. شامل دو زیرکارکرد ایجاد فرصت‌های کاری جدید و شناساندن فرصت‌های کاری جدید
۲	توسعه دانش ( $F_2$ )	دربرگیرنده‌ی تمامی فعالیت‌هایی است که می‌توان در فرایند یادگیری قرار داد. این یادگیری در رابطه با موضوعات مختلف مانند دانش فنی فناوری نوظهور، بازار، شبکه‌ها و مصرف‌کنندگان صادق است.
۳	انتشار دانش ( $F_3$ )	دربرگیرنده‌ی مجموعه‌ای از فعالیت‌ها با هدف تسهیم <sup>۱</sup> و به‌اشتراک‌گذاری <sup>۲</sup> دانش و اطلاعات در میان بازیگران مختلف موجود در سیستم است.
۴	جهت‌دهی به سیستم ( $F_4$ )	متشکل از فعالیت‌هایی است که به‌گزینش و محدودکردن گزینه‌های موجود در رابطه با فناوری، کاربرد آن‌ها و بازارشان در سطوح مختلف می‌پردازد.
۵	شکل‌دهی بازار ( $F_5$ )	مجموعه‌ی فعالیت‌ها با هدف رقابت‌پذیر ساختن فناوری نوظهور نسبت به فناوری‌های موجود در عرصه‌ی بازار در طول تحقق این کارکرد قرار می‌گیرند.
۶	بسیج منابع ( $F_6$ )	مجموعه‌ای از فعالیت‌های مربوط به تأمین و هماهنگی ورودی‌های لازم برای توسعه‌ی نظام نوآوری در راستای تحقق کارکرد بسیج منابع قرار می‌گیرند. شامل منابع انسانی، منابع مالی، منابع مادی، منابع مکمل.
۷	مشروعیت بخشی ( $F_7$ )	فعالیت‌هایی که به‌دنبال ایجاد مقبولیت اجتماعی برای فناوری جدید هستند و می‌توانند منجر به تغییر نهاد‌های موجود در جامعه و هم‌راستا شدن آن‌ها با نیازهای بازیگران موجود در نظام موردنظر گردند را می‌توان محقق‌کننده این کارکرد دانست. این کارکرد در توسعه‌ی فناوری‌ها مانند یک کاتالیزور عمل می‌کند و به فرایند توسعه‌ی نظام نوآوری سرعت می‌بخشد.

1 . Dissemination

2 . Sharing

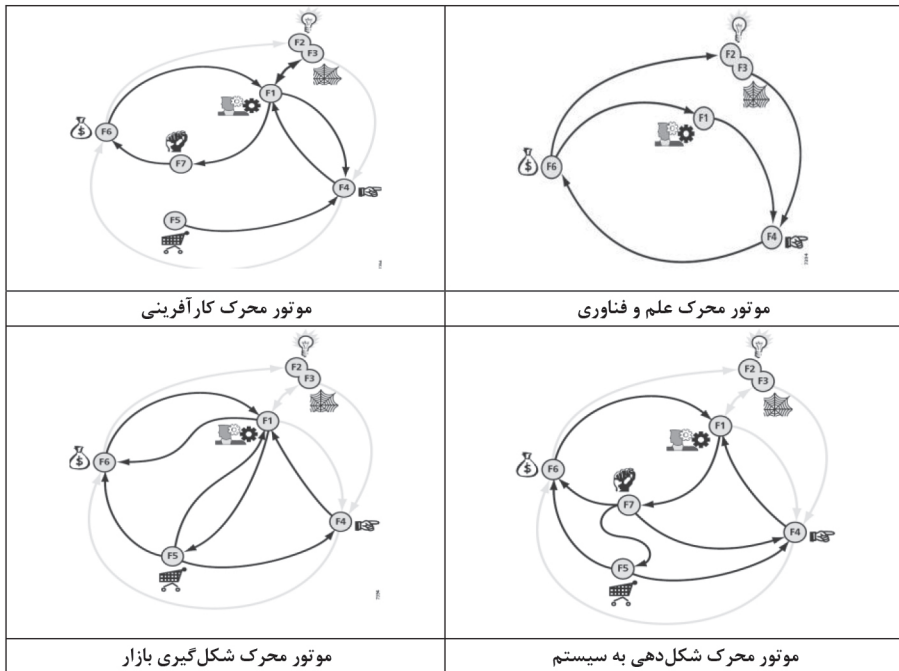
## ۲-۳. موتورهای محرک نوآوری

اعمال نگاه ساختاری به نظام‌های نوآوری منجر به انجام تحلیل‌های ایستا می‌گردد. همچنین از آنجایی که تحلیل سیستم‌ها به صورت ایستا زمینه‌ی انجام برنامه‌ریزی‌هایی را برای توسعه‌ی سیستم در آینده در اختیار قرار نمی‌دهد، تحلیل‌گران نیازمند انجام تحلیل‌های پویا هستند. همچنین شناخت مفهوم کارکرد مبنایی برای انجام تحلیل‌هایی از پویایی سیستم می‌باشد. در این بخش با بهره‌گیری از مفهوم کارکردها، پویایی نظام‌های نوآوری فناورانه در قالب مدل‌هایی با نام موتورهای محرک نوآوری بررسی خواهد شد. در این بخش چهار موتور محرک علم و فناوری، کارآفرینی، ساختاردهی به نظام و شکل‌دهی به بازار که در دوره‌های زمانی مختلف از رشد موفق یک نظام به وجود می‌آیند معرفی شده، اهداف آن‌ها بیان شده و الگوی کارکردی که برای راه‌اندازی هر موتور لازم است، به تصویر کشیده شده است. لازم به ذکر است این موتورها توسط سورس در مطالعات بر روی توسعه فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر در اروپا استخراج شده است. جدول ۲ تعریف هر یک از موتورهای نوآوری براساس این مطالعات را نشان می‌دهد.

جدول ۲) تعاریف موتورهای نوآوری (سورس، ۲۰۰۹)

ردیف	موتورها	تعریف
۱	موتور محرک علم و فناوری	موتور محرک علم و فناوری با هدف گسترش دانش نظری پیرامون فناوری از هر بعد (دانش امکان‌سنجی، دانش بازار، دانش فنی، دانش مدیریتی و ...) می‌پردازد.
۲	موتور محرک کارآفرینی	هدفی که موتور کارآفرینی به دنبال آن است، شدت بخشیدن به حجم فعالیت‌های کارآفرینی (که غالباً در محیط صنعت به وقوع می‌پیوندد) انجام شده در توسعه فناوری نوظهور خواهد بود. هدف دومی هم که این موتور دنبال می‌کند این است که با گسترش فعالیت‌های اجرایی، نیازمندی‌ها و نقص‌های دانشی موجود را شناسایی کرده و بازخوردی از محیط عملیاتی به سیستم‌های تحقیق و توسعه می‌دهد تا فناوری از لحاظ فناورانه نیز به بلوغ برسد.
۳	موتور محرک ایجاد ساختار	این موتور با هدف ایجاد ساختاری منسجم و یکپارچه برای توسعه فناوری، به دنبال فراهم آوردن فرصت‌هایی برای برنامه‌ریزی‌های کلان بوده تا جهت رشد سیستم را از حالت وابستگی و پروژه‌محوری خارج نموده و توسعه فناوری در معنای عام را هدف قرار دهد.
۴	موتور محرک بازار	هدفی که در این موتور دنبال می‌شود، قرار دادن نظام نوآوری فناورانه یک فناوری به عنوان بخشی از سیستم‌های موجود است، به گونه‌ای که فناوری تنها با جذابیت‌های بازار به توسعه خود ادامه دهد.

باید توجه داشت هدف این موتورها بیان روابط علی معلولی بین کارکردهای توسعه فناوری در فرآیند شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه در مراحل زمانی مختلف می‌باشد. (سورس و هکرت، ۲۰۰۹). شکل ۱ ارتباط میان کارکردهای موجود در هر یک از موتورهای ۴ گانه محرک نوآوری را نشان می‌دهد.



شکل ۱) ارتباط میان کارکردهای نظام نوآوری فناورانه در موتورهای محرک نوآوری، سورس (۲۰۰۹)

موتورهای نوآوری در حقیقت متشکل شده‌است از مجموعه‌ی کارکردهایی که دارای تعاملاتی با یکدیگر بوده و وقوع فعالیت از یک کارکرد، برآورده کردن کارکردهای دیگر را تسهیل می‌نماید. این مجموعه تعاملات میان کارکردی (که همان حلقه‌های علی معلولی و تجمعی را تشکیل می‌دهند) منجر به ایجاد شتاب بیشتری در برآوردن کارکردهای یک موتور شده و تکانه‌ای بر نظام نوآوری فناورانه در جهت رشد وارد می‌نماید. به‌عنوان مثال موتور محرک علم و فناوری از دو حلقه‌ی علی معلولی تجمعی تشکیل شده‌است. در اولین حلقه، کارکرد جهت‌دهی به سیستم [F۴] به‌عنوان فعالیت‌های آغازین این موتور شروع به کار کرده و با انجام فعالیت در کارکرد بسیج منابع [F۶] و سپس برآورده شدن کارکردهای توسعه و انتشار دانش [F۳, F۲] ادامه پیدا کرده و نهایتاً به کارکرد ابتدایی جهت‌دهی به

سیستم باز می‌گردد. حلقه‌ی دوم این موتور نیز که عموماً در زمانی پدیدار می‌گردد که حلقه‌ی اول سرعت گرفته باشد، از کارکرد جهت‌دهی به سیستم [F۴] شروع شده، با کارکرد بسیج منابع [F۶] و فعالیت‌های کارآفرینی [F۱] ادامه یافته و دوباره به جهت‌دهی به سیستم باز می‌گردد. فعالیت متوالی این حلقه‌ها (خصوصاً حلقه‌ی اول که از قوت بیشتری برخوردار است) در مرور زمان، منجر به برآوردن هدف موتور اول (که توسعه دانشی فناوری بوده) خواهد شد.

بنابراین با توجه به توضیحاتی که بیان گردید، هر موتور نوآوری روند رشد نظام توسعه فناوری را در طول زمان به‌نمایش گذاشته و الگوی مناسب در برآوردن کارکردها را ارائه می‌کند. هدایت بازیگران مختلف در انجام فعالیت برطبق الگوی توالی کارکردهای این موتورها در هر دوره‌ی زمانی، رشد موفق نظام را در آن دوره زمانی تضمین می‌نماید. نکته‌ای که در این قسمت باید اشاره نمود، این است که موتورهای نوآوری در ترتیب برآورده شدن خود، یکی پس از دیگری بر روی موتور قبلی سوار می‌شوند. به عبارت دیگر، با ظهور هر موتور جدید، تمام کارکردهای فعال در موتورهای قبلی و حلقه‌های فعال در آن موتورها کماکان برقرار است. بنابراین، به‌عنوان مثال در صورت شکل‌گیری موتور بازار، بقیه‌ی موتورهای موجود در روند شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه فعال شده‌اند. لازم به‌ذکر است که موتورهای نوآوری سوره لزوماً منطبق با شرایط کشور ما نیستند و بایستی با تحقیقات جداگانه، موتورهای محرک نوآوری در کشور به‌دست آیند.

### ۳. روش تحقیق

تحقیق حاضر با توجه به تمرکز بر بخش نیروگاه‌های بادی در ایران و تلاش برای پاسخگویی به یک مسئله در این زمینه (توصیف و تبیین فرایند توسعه فناوری نیروگاه‌های بادی در ایران)، یک تحقیق کاربردی محسوب می‌گردد. همچنین رویکرد کلی تحقیق قیاسی بوده و استراتژی تحقیق از نوع بررسی تاریخی و سپس پیمایش بوده‌است (سکاران، ۱۳۸۲). در این استراتژی محقق کار تحقیق را با کمک یک چارچوب نظری (الگوی رقیب) آغاز و با بررسی تاریخی وقایع مدل مفهومی توسعه فناوری را ارائه می‌کند. سپس براساس آن، فرضیه‌ها را شکل می‌دهد و با پیمایش کمی صحت فرضیه‌ها را بررسی و مدل را اعتبارسنجی می‌کند. در این تحقیق برای گردآوری و تحلیل داده‌ها از روش آمیخته استفاده شده‌است بدین صورت که برای استخراج مدل مفهومی پیشنهادی از روش کیفی تحلیل تاریخی وقایع استفاده شده‌است و در ادامه از روش کمی پیمایش و پرسشنامه برای اثبات فرضیه‌ها و مدل پیشنهادی



بهره‌گیری شده‌است. براین اساس، تحقیق با مبنی قرار دادن کارکردهای نظام نوآوری فناورانه و مدل موتورهای محرک نوآوری سورس (۲۰۰۹) به‌عنوان الگوی اولیه و رقیب آغاز شده و با استفاده از روش تحلیل تاریخی وقایع و مصاحبه‌های با خبرگان توسعه نیروگاه‌های بادی در ایران، مدل اولیه موتورهای محرک نوآوری نیروگاه‌های بادی ایران تهیه شده و بر آن اساس فرضیه‌ها بیان شده‌اند و پس از آن با پیمایش ارتباط اجزای مدل با پرسشنامه، سنجش کمی صورت گرفته و در نهایت با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی و مدل معادلات ساختاری، مدل مفهومی پیشنهادی محقق اعتبارسنجی شده و فرضیه‌ها مورد قضاوت قرار گرفته‌اند.

### ۳-۱. تحلیل تاریخی وقایع و استخراج موتورهای محرک نوآوری نیروگاه‌های بادی

برای شناسایی حلقه‌های علی‌ومعلولی یکی از راه‌ها، مرتبط ساختن داده‌ها به ایده‌ها و استفاده از تطبیق الگوها است که توسط کمپل (۱۹۷۵) پیشنهاد شده و در آن چندین تکه از اطلاعات موجود در یک مطالعه‌ی تاریخی به یک ایده‌ی نظری مرتبط می‌شوند. در حقیقت با شناسایی الگوی‌های تکراری از اطلاعات موجود می‌توان آن‌ها را به‌عنوان الگوهایی در نظریه مطرح کرد. این امر با استفاده از روش تحلیلی تاریخی وقایع<sup>۱</sup> که توسط پول و همکاران (۲۰۰۰) و ون دون<sup>۲</sup> (۱۹۹۰؛ ۱۹۹۹) ایجاد شده‌است، عملی می‌گردد. این روش به‌طور نظام‌مند وقایع رخ داده در طول یک برهه تاریخی را در کنار یکدیگر تحلیل می‌کند و از این طریق به کشف الگوهایی در رخداد وقایع کمک می‌کند. تاکنون این روش و مشتقاتی از آن، توسط محققان مختلف (نگرو و همکاران، ۲۰۰۷؛ نگرو و همکاران، ۲۰۰۸) در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر با موفقیت پیاده‌سازی شده و نشان می‌دهد که راه مناسبی برای تحلیل نظام‌مند داده‌های تاریخی می‌باشد. مطابق شکل ۲، یکی از گام‌های توصیف فرآیند توسعه فناوری این است که باید رویدادهایی که در یک کشور برای توسعه فناوری اتفاق افتاده‌است، شناسایی گردند که در این تحقیق با استفاده از تحلیل تاریخی این کار انجام شده‌است. در رابطه با اینکه چگونه می‌توان اطلاعات را در تفسیر الگوها به‌کار برد، می‌توانند یافته‌ها و اطلاعات حداقل در مقایسه‌ی با ایده‌ی رقیب با الگوی داده‌ها تفسیر شوند. در این تحقیق ابتدا کارهای انجام‌شده توسط سورس (۲۰۰۹) به‌عنوان الگوی رقیب در نظر گرفته شد و سپس سعی گردید که الگوی داده‌ها جدید نسبت به کار سورس (۲۰۰۹)

1 . Historical Data Analysis

2 . Van De Ven

توسعه داده شود و مقایسه گردد تا بتوان درباره‌ی میزان قدرت الگوها در تفسیر رخدادها و تفاوت آن‌ها قضاوت کرد.

### ۳-۲. تعیین و آزمون فرضیه‌ها و اعتبارسنجی مدل به‌دست آمده

پس از استخراج مدل، می‌بایست فرضیات را تعیین نمود و در ادامه این فرضیات یا همان روابط بین کارکردها با استفاده از روش تحلیل عاملی و معادلات ساختاری موردآزمون قرار گیرد. برای آزمون فرضیه‌های تعیین شده، ابتدا برای هر یک از کارکردهای نظام نوآوری فناورانه که در موتورهای محرک نوآوری نقش‌آفرین هستند شاخص‌هایی تعیین گردید و براساس این شاخص‌ها پرسشنامه‌هایی طراحی شده‌است. در ادامه براساس نظرات خبرگان جامعه آماری تحقیق، داده‌ها ایجاد و در پایان نیز با استفاده از این داده‌ها و مدل معادلات ساختاری، فرضیه‌ها موردآزمون قرار گرفت. شکل ۲ نشان‌دهنده مراحل کلی روش تحقیق حاضر می‌باشد.

سؤال تحقیق: ارتباط بین کارکردهای نظام توسعه فناوری (موتورهای محرک نوآوری) نیروگاه‌های بادی در ایران چگونه است؟

تحلیل تاریخی وقایع توسعه فناوری نیروگاه‌های بادی در ایران

(الف) تجزیه و تحلیل رویدادها و مستندسازی تاریخ

(ب) نگاشت و کدگذاری وقایع به کارکردهای نظام نوآوری فناورانه

(ج) جمع بندی اطلاعات بر اساس مدل موتورهای محرک نوآوری و تبیین تفاوت‌های روابط کارکردی با شرایط ایران

استخراج مدل مفهومی تحقیق (موتور محرک نوآوری نیروگاه‌های بادی در ایران)

تعیین فرضیه‌ها، آزمون آن‌ها و اعتبارسنجی مدل مفهومی تحقیق

(الف) تبیین ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های مدل استخراج شده تحقیق

(ب) روش و ابزار گردآوری داده‌ها و سنجش روایی و پایایی ابزار تحقیق (پرسشنامه تحقیق)

(ج) تعیین جامعه‌ی آماری، حجم نمونه و روش نمونه‌گیری

(د) اعتبارسنجی مدل مفهومی تحقیق با استفاده از تحلیل عاملی و مدل معادلات ساختاری

### شکل ۲) مراحل کلی روش تحقیق

۴. تحلیل تاریخی توسعه فناوری نیروگاه‌های بادی در کشور و استخراج مدل مفهومی تحقیق  
برای توصیف فرآیند توسعه فناوری نیروگاه‌های بادی در ایران با رویکرد تاریخی سعی شد تا وقایع

و اتفاقات پیش آمده در دوره‌های زمانی مختلف با مصاحبه به روش اشباع داده با دست‌اندرکاران مستند شود و به‌منظور تقویت مستندسازی با مراجعه به تاریخ مکتوب موجود در روزنامه‌ها و مدارک و نامه‌های رسمی منتشرشده این روایت‌نگاری تکمیل و مثلث‌سازی شود. بدین منظور با هفت نفر از اصلی‌ترین بازیگران و افراد مؤثر در این فناوری نظیر معاون برنامه‌ریزی و معاون فنی سازمان انرژی‌های نو ایران، نماینده اسبق مجلس شورای اسلامی، مدیر پتانسیل‌سنجی و مدیر دفتر مهندسی سانا، مدیر پروژه توربین بادی پژوهشگاه نیرو و مدیر کل انرژی‌های نو وزارت نیرو<sup>۱</sup> مصاحبه‌های عمیق و طولانی انجام پذیرفت و در ادامه این مصاحبه‌ها کدگذاری شده و منطبق با کارکردهای نظام نوآوری فناورانه برچسب‌نگاری شدند و در قالب موتورهای نوآوری تبیین شدند.

براین‌اساس مراحل توسعه فناوری نیروگاه‌های بادی در کشور ایران را می‌توان در چهار دوره مختلف زمانی به‌صورت زیر دسته‌بندی و تشریح نمود:

#### ۴-۱-۱. مرحله اول: ظهور نیروگاه‌های بادی در ایران (۱۳۶۷-۱۳۷۷)

در این مرحله از شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه نیروگاه‌های بادی در ایران، اقدامات اولیه‌ای توسط سازمان‌های مختلف انجام شد. هریک از این سازمان‌ها رویکرد متفاوتی نسبت به سازمان‌های دیگر در انجام فعالیت‌ها داشتند. سازمان انرژی اتمی که در آن زمان بخش انرژی‌های نو ایجاد کرده بود تلاش کرد که با انجام رایزنی‌ها با مجلس و دولت، منابع مالی لازم برای ایجاد یک همکاری با شرکت‌های خارجی را ایجاد کند. این سازمان به‌دنبال آن بود که با نصب چندین توربین و نمایش کسب موفقیت آن‌ها سیاست‌گذاران کشور را به اعطای منابع مالی بیشتر متقاعد کند. بنابراین، مهم‌ترین کارکردهای محقق‌شده توسط این سازمان، خرید و انتقال توربین‌های بادی به ایران و مقدمات ساخت آن‌ها (انجام فعالیت‌های کارآفرینی)، مشروعیت‌بخشی و در نتیجه تأمین منابع بود. همان‌طور که در مرحله‌ی بعدی مشاهده می‌شود، این فرآیند تا حدودی برای آشنایی مسئولین و سیاست‌گذاران مفید واقع گردید. از سوی دیگر، وزارت نیرو در پی آن بود که با استفاده از توان داخلی به توسعه‌ی فناوری باد بپردازد. بنابراین، تمرکز اصلی بر توسعه‌ی دانش و نه به‌کارگیری توربین‌ها بود. البته، این فرآیند، به علت فاصله‌ی توانمندی فناورانه بین ایران و سایر کشورها و در نتیجه، عدم تأمین انتظارات نسبت به محصولات داخلی و نیز عدم تأمین به‌موقع منابع دچار مشکل شد. به‌صورت کلی می‌توان گفت که

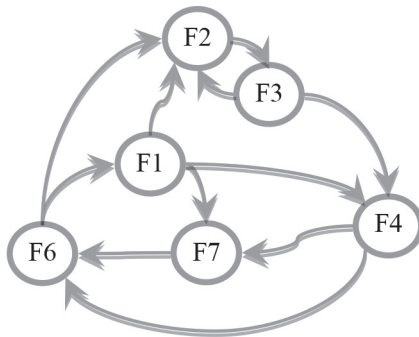
۱. ضمن سپاس فراوان از این افراد، اسامی ایشان و متن کامل مصاحبه‌هایشان در مستندات پشتیبان تحقیق موجود است.

تمرکز وزارت نیرو در این دوره بر تحقق کارکردهای کسب دانش (خلق دانش) و جهت‌دهی به سیستم بوده‌است. رویکرد وزارت جهاد سازندگی سابق نیز خرید چند توربین و نمایش آن‌ها بوده‌است. در این سازمان نیز به‌علت عدم موفقیت در انجام رایزنی‌ها، منابع کافی برای انجام پروژه‌ها تأمین نشدند. جدول ۳ نشان‌دهنده رویدادهای مرتبط با دوره اول و نحوه تعامل کارکردهای این دوره می‌باشد.

جدول ۳) رویدادهای شناسایی شده و نحوه تعامل میان کارکردها در دوره اول

موضوع	تعامل میان کارکردها
جلب توجه مسئولان به توسعه فناوری توربین‌های بادی	$[F_6 \rightarrow F_2 \rightarrow F_4, OT \rightarrow F_4]$
مسیرهای پیش‌روی کشور برای توسعه فناوری	$[F_4 \rightarrow F_6 \rightarrow F_2 \rightarrow F_4]$
خرید و نصب دو عدد توربین توسط سازمان انرژی اتمی	$[F_7 \rightarrow F_6 \rightarrow F_1 \rightarrow F_7, F_1 \rightarrow F_4, F_1 \rightarrow F_2]$
قرارداد نصب ۱۰ مگاوات توربین بادی	$[F_7 \rightarrow F_6 \rightarrow F_1 \rightarrow F_2 \rightarrow F_3]$
پروژه‌های تحقیقاتی انجام‌شده در وزارت نیرو	$[F_4 \rightarrow F_6 \rightarrow F_2 \rightarrow F_4]$
پروژه‌های تحقیقاتی با مؤسسه آیوزیان	$[F_6 \rightarrow (F_2, F_1) \rightarrow F_4 \rightarrow F_6]$
فعالیت‌های وزارت جهاد سازندگی سابق	$[F_4 \rightarrow F_6 \rightarrow F_1]$

براساس تحلیل تاریخی وقایع، شکل ۳ نشان‌دهنده مدل روابط میان کارکردها در این دوره می‌باشد.



شکل ۳) ارتباط کارکردها در مرحله اول

#### ۴-۱-۲. مرحله‌ی دوم: رشد جزیره‌ی نظام نوآوری فناورانه نیروگاه‌های بادی در ایران (سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۷۸)

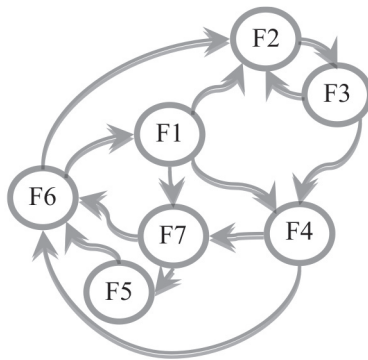
در این دوره از فرایند شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه باد، فعالیت‌های آغاز شده در مرحله‌ی قبل ادامه یافتند. اما انجام فعالیت‌های پراکنده و موازی کاری‌ها و نیز عدم هماهنگی میان سازمان‌ها منجر به عدم موفقیت بسیاری از فعالیت‌ها شد. در میان سازمان‌های وارد شده به فرایند توسعه‌ی فناوری، سازمان انرژی اتمی از بقیه پیشی گرفت. این سازمان موفق شد در طول یک دوره‌ی زمانی نسبتاً کوتاه مقدمات احداث یک کارخانه‌ی سازنده‌ی توربین توسط بخش خصوصی را فراهم آورده و دانش روز دنیا در ساخت توربین را وارد کشور کند. بر مبنای انجام این فعالیت‌ها یک بازار اولیه برای توربین‌های ساخت این کارخانه نیز در کشور ایجاد شد. همچنین، زنجیره‌ی تأمین قطعات توربین نیز در کشور شکل گرفت و شرکت‌هایی به ساخت قطعات این توربین مشغول شدند. این بازار در نتیجه‌ی رایزنی‌های انجام‌شده با سیاست‌گذاران ایجاد شد. بنابراین، در این مرحله برای اولین بار کارکرد شکل‌گیری بازار در نتیجه‌ی کارکرد مشروعیت‌بخشی محقق شد. از سوی دیگر، وزارت نیرو که در پروژه‌ی آیوازیان توفیق نیافته بود مطالعات گسترده‌ای را برای تدوین اطلس باد کشور آغاز کرد. همچنین پروژه‌ی مزرعه‌ی بادی بینالود را تعریف کرد. جدول ۴ نشان‌دهنده رویدادهای مرتبط با دوره دوم و نحوه تعامل کارکردهای این دوره می‌باشد.

جدول ۴) رویدادهای شناسایی شده و نحوه تعامل میان کارکردها در دوره‌ی دوم

موضوع	تعامل میان کارکردها
پروژه‌ی ۹۰ مگاوات و احداث کارخانه‌ی توربین‌سازی	$[F_1 \rightarrow F_4 \rightarrow F_7 \rightarrow F_5 \rightarrow F_6 \rightarrow F_1 \rightarrow (F_2, F_3)]$
برآورد پتانسیل باد کشور	$[F_2 \rightarrow F_4 \rightarrow F_7 \rightarrow F_5]$
عدم ورود شرکت‌های خصوصی به بازار برق بادی	$[F_5 \rightarrow F_6 \rightarrow F_1]$
نصب ایستگاه‌های بادسنجی	$[F_6 \rightarrow F_2 \rightarrow F_4]$
پروژه‌های وزارت جهاد سازندگی سابق	$[F_6 \rightarrow F_1 \rightarrow F_2, F_4 \rightarrow F_6 \rightarrow F_1]$
نیروگاه بادی بینالود	$[F_5 \rightarrow F_6 \rightarrow F_1 \rightarrow F_7 \rightarrow F_5]$
درخواست وام از دولت ژاپن	$[F_7 \rightarrow F_5 \rightarrow F_6 \rightarrow F_1, F_4 \rightarrow F_6 \rightarrow F_2]$

موضوع	تعامل میان کارکردها
کمک بلاعوض بانک جهانی	$[F4 \rightarrow F7 \rightarrow F6 \rightarrow F1]$
پروژه‌های انجام شده در وزارت نیرو	$[F6 \rightarrow F2]$
عدم توافق میان مسئولان درباره توجیه‌پذیری برق بادی	$[F4 \rightarrow F6]$

براساس تحلیل تاریخی وقایع، شکل ۴ نشان‌دهنده مدل روابط میان کارکردها در این دوره می‌باشد.



شکل ۴) تعامل میان کارکردها در دوره‌ی دوم

۳-۱-۴. مرحله سوم: تجمیع فعالیت‌های نظام نوآوری فناورانه نیروگاه‌های بادی در ایران (سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۸۶)

در این مرحله با تجمیع فعالیت‌ها در وزارت نیرو، کارهایی که در سازمان توسط سازمان انرژی اتمی و وزارت جهاد کشاورزی انجام می‌شد، به این وزارتخانه منتقل شد. در این مرحله، با اقداماتی که در مراحل پیشین ایجاد شده بود، فرصت ایجاد یک بازار قابل توجه برای بخش باد فراهم شده بود. لازمی ایجاد چنین بازاری تأمین منابع مالی قابل توجه و نیز انجام یک برنامه‌ریزی منسجم برای ادامه‌ی روند توسعه‌ی بخش نیروگاه‌های بادی بود. متأسفانه، هیچ‌یک از این اقدامات انجام نگرفت و در نتیجه بسیاری از فعالیت‌های تعریف شده با موفقیت انجام نشدند. با این حال تلاش‌هایی صورت گرفت تا بازاری برای برق بادی ایجاد شود. همچنین تلاش‌هایی برای ایجاد مقبولیت برای سال‌های آینده و نیز ایجاد هماهنگی میان اجزای مختلف نظام نوآوری فناورانه نیروگاه‌های بادی صورت گرفت. مهم‌ترین آن‌ها ایجاد ستاد توسعه فناوری انرژی‌های نو است. بنابراین به‌طور کلی می‌توان گفت که پس از تجمیع

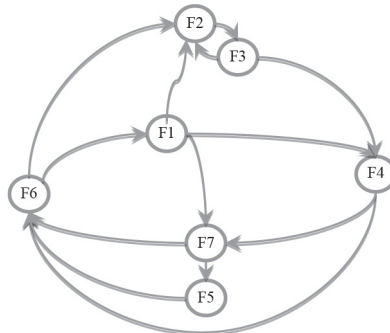
فعالیت‌ها در وزارت نیرو، برای مدتی روند انجام فعالیت‌ها مختل شد. اما با گذشت زمان، تلاش‌هایی برای افزایش هماهنگی میان بازیگران و نیز افزایش مقبولیت انرژی باد در میان مسئولان انجام شد. بنابراین، هرچند بسیاری از تلاش‌های انجام گرفته در این دوره شکست خوردند اما در اواخر این دوره، فعالیت‌هایی برای تحقق کارکردهای جهت‌دهی به سیستم و مشروعیت‌بخشی انجام شد. جدول ۵ نشان‌دهنده رویدادهای مرتبط با دوره سوم و نحوه تعامل کارکردهای این دوره می‌باشد.

جدول ۵) رویدادهای شناسایی شده و نحوه تعامل میان کارکردها در دوره‌ی سوم

موضوع	تعامل میان کارکردها
تجمیع	$[F4 \rightarrow F6 \rightarrow F1]$
تصور فراوانی انرژی	$[(OD, F2) \rightarrow F4 \rightarrow F6 \rightarrow F1]$
طرح تجهیز قطب‌های تحقیقاتی	$[F7 \rightarrow F6 \rightarrow F2, F7 \rightarrow F5]$
نصب توربین بادی در استان آذربایجان شرقی	$[F2 \rightarrow F4 \rightarrow F7 \rightarrow F6 \rightarrow F1]$
انجام مطالعات امکان‌سنجی در استان‌های مختلف	$[F6 \rightarrow (F2, F1)]$
قرارداد میان ایران و ارمنستان	$[F4 \rightarrow F7 \rightarrow F6 \rightarrow F1, F4 \rightarrow F6 \rightarrow F1 \rightarrow F2]$
مشکلات موجود بر سر راه جذب شرکت‌های خصوصی	$[OD \rightarrow F4 \rightarrow F6 \rightarrow F1, F7 \rightarrow F5 \rightarrow F6 \rightarrow F1]$
تقاضای بودجه	$[F4 \rightarrow F7 \rightarrow F6, F1 \rightarrow F7 \rightarrow F6]$

براساس تحلیل تاریخی وقایع، شکل ۵ نشان‌دهنده مدل روابط میان کارکردها در این دوره می‌باشد.

البته این مدل، بیشتر براساس شکست‌های کارکردی تبیین شده‌است و نه براساس موفقیت‌ها.



شکل ۵) تعامل میان کارکردها در دوره‌ی سوم

#### ۴-۱-۴. مرحله‌ی چهارم: وزش باد موافق در نیروگاه‌های بادی ایران (سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۹۵)

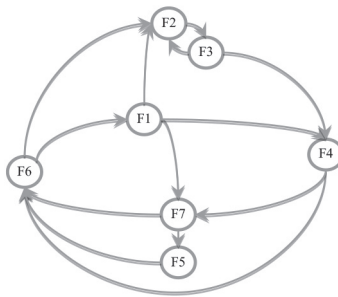
در این مرحله، قوانین مهمی به نفع به‌کارگیری از فناوری نیروگاه‌های بادی وضع شد. این قوانین مقبولیت انرژی باد را برای تولید برق افزایش می‌داد. از جمله این قوانین می‌توان به ایجاد ردیف اعتباری مشخص برای دریافت مبلغ سی ریال به ازای هر کیلووات ساعت به‌عنوان عوارض برق (ماده ۶۹ قانون بودجه سال ۱۳۹۲) اشاره نمود. یکی دیگر از اقدامات مرتبط صورت گرفته در راستای توسعه می‌توان به مجوز عقد قرارداد به روش بیع متقابل با سرمایه‌گذاران بخش خصوصی و دولتی با اولویت استفاده از تجهیزات ساخت داخل تا سقف یک صد و بیست هزار میلیارد ریال (ماده ۱۹ قانون بودجه سال ۱۳۹۲) اشاره نمود. در نتیجه، بازاری نسبتاً جذاب برای برق بادی ایجاد شد. این بازار باعث شد که شرکت‌های زیادی اقدام به ورود به بخش باد کنند. در نتیجه می‌توان گفت که با جذب قوانین مربوط که به کارکرد جهت‌دهی به سیستم هستند، مقبولیت اجتماعی انرژی باد افزایش یابد. در این دوره برخی از توربین‌ها با جنبه نمایشی و با هدف آگاه‌سازی و سنجش شرایط آب‌وهوایی در شهرهای مختلف نصب گردیدند. در نتیجه‌ی تحقق این کارکرد، کارکرد شکل‌گیری بازار (خرید تضمینی ۲۰ ساله و اعلام نرخ‌های متفاوت برای فناوری‌های گوناگون و ظرفیت‌های مختلف)، کارکرد تأمین منابع را برای انجام فعالیت‌های ساخت و تولید (کارآفرینی) تحریک کرد. تأسیس سه فاز نیروگاه قزوین - که توسط شرکت داخلی از جمله فعالیت‌های حوزه کارآفرینی می‌باشد. در کنار این اقدامات، فعالیت‌هایی نیز برای کسب دانش فنی در کشور انجام شد. البته، به‌نظر می‌رسد که وزارت نیرو دوباره قدم در راهی گذاشته که چند سال پیش به نتیجه نرسید؛ توسعه‌ی فناوری به‌صورت درون‌زا و تعریف پروژه‌های مطالعاتی داخلی در دستور کار قرار گرفته‌است. که شاید دلیل اصلی آن تحریم‌های بین‌المللی بوده‌است. از دیگر اقدامات انجام گرفته در این حوزه می‌توان به عضویت ایران در آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر، تأسیس انجمن حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر و تأسیس پژوهشکده انرژی‌های تجدیدپذیر در دانشگاه تربیت مدرس با سه گروه پژوهشی بیوماس و بیو انرژی، توسعه تکنولوژی انرژی تمیز و سامانه‌های سوخت منعطف نام برد. جدول ۶ نشان‌دهنده رویدادهای مرتبط با دوره چهارم و نحوه تعامل کارکردهای این دوره می‌باشد.



جدول ۶) رویدادهای شناسایی شده و نحوه تعامل میان کارکردها در دوره چهارم

موضوع	تعامل میان کارکردها
افزایش قیمت تضمینی خرید برق بادی	$[F7 \rightarrow F5 \rightarrow F6 \rightarrow F1]$
اجرای قانون هدفمندسازی یارانهها	$[F4 \rightarrow F6 \rightarrow F2 \rightarrow F4 \rightarrow F7]$
پروژههای تحقیقاتی	$[F7 \rightarrow F6 \rightarrow F2 \rightarrow F4 \rightarrow F6 \rightarrow F2]$
نصب توربین بادی در استانها و مذاکره با سایر کشورها	$[F7 \rightarrow F6 \rightarrow F2]$
طرح تأمین منابع مالی برای قانون خرید تضمینی برق بادی	$[F4 \rightarrow F7 \rightarrow F6]$

براساس تحلیل تاریخی وقایع، شکل ۶ نشان‌دهنده مدل روابط میان کارکردها در این دوره می‌باشد



شکل ۶) تعامل میان کارکردها در دوره چهارم (مدل مفهومی تحقیق)

#### ۴-۲. تعیین فرضیه‌ها براساس تحلیل تاریخی توسعه نیروگاههای بادی در ایران

مدل‌های ارائه‌شده در بخش‌های قبلی، مدل‌های مرحله‌ای هستند که در نتیجه‌ی استفاده از روش تحلیل تاریخی وقایع که در دوره‌های مختلف زمانی رخ داده فرآیند توسعه فناوری نیروگاههای بادی را به تصویر کشیده‌اند. در ادامه براساس مدل مفهومی ارائه‌شده در دوره چهارم که در حال حاضر وضعیت فعلی کشور را تصویر می‌کند و ارتباط به‌دست‌آمده بین کارکردهای مختلف، ۱۲ فرضیه ذیل ارائه شد (جدول شماره ۷) و پذیرش یا رد روابط این مدل به‌وسیله روش‌های کمی مورد بررسی قرار گرفت:

## جدول (۷) ایجاد فرضیه‌ها بر اساس تحلیل تاریخی وقایع

ردیف	فرضیه
۱	کارکرد «جهت‌دهی به سیستم» منجر به شکل‌گیری کارکرد «مشروعیت‌بخشی» می‌شود (اثر [F۴] بر [F۷])
۲	کارکرد «مشروعیت‌بخشی» منجر به شکل‌گیری کارکرد «تأمین و تخصیص منابع» می‌شود (اثر [F۷] بر [F۶])
۳	کارکرد «تأمین و تخصیص منابع» منجر به شکل‌گیری کارکرد «ساخت و تولید» می‌شود (اثر [F۶] بر [F۱])
۴	کارکرد «ساخت و تولید» منجر به شکل‌گیری کارکرد «جهت‌دهی به سیستم» می‌شود (اثر [F۱] بر [F۴])
۵	کارکرد «جهت‌دهی به سیستم» منجر به شکل‌گیری کارکرد «تأمین و تخصیص منابع» می‌شود (اثر [F۴] بر [F۶])
۶	کارکرد «تأمین و تخصیص منابع» منجر به شکل‌گیری کارکرد «کسب دانش» می‌شود (اثر [F۶] بر [F۲])
۷	کارکرد «کسب دانش» منجر به شکل‌گیری کارکرد «انتشار دانش» می‌شود (اثر [F۲] بر [F۳])
۸	کارکرد «انتشار دانش» منجر به شکل‌گیری کارکرد «جهت‌دهی به سیستم» می‌شود (اثر [F۳] بر [F۴])
۹	کارکرد «ساخت و تولید» منجر به شکل‌گیری کارکرد «مشروعیت‌بخشی» می‌شود (اثر [F۱] بر [F۷])
۱۰	کارکرد «ساخت و تولید» منجر به شکل‌گیری کارکرد «کسب دانش» می‌شود (اثر [F۱] بر [F۲])
۱۱	کارکرد «مشروعیت‌بخشی» منجر به شکل‌گیری کارکرد «شکل‌گیری بازار» می‌شود (اثر [F۷] بر [F۵])
۱۲	کارکرد «شکل‌گیری بازار» منجر به شکل‌گیری کارکرد «تأمین و تخصیص منابع» می‌شود (اثر [F۵] بر [F۶])

## ۴-۳. آزمون فرضیه‌های تحقیق

در ابتدا پس از تعریف فهرست اولیه‌ای از شاخص‌های کمی و کیفی و ارائه‌ی آن به سازمان‌های ذی‌ربط در کشور نظیر سازمان انرژی‌های نو ایران و وزارت نیرو، به دلیل عدم کفایت داده‌ها و دیگر اینکه بعضی از شاخص‌ها ذاتاً کیفی بودند تصمیم بر آن شد که برای ارزیابی و صحت‌سنجی مدل مفهومی تحقیق از شاخص‌های کیفی استفاده شود. از این‌رو با بررسی مدل‌ها و چارچوب‌های ارائه‌شده در بخش مبانی نظری نظام‌های نوآوری فناورانه و به‌ویژه دو رویکرد برگگ و همکاران (۲۰۰۸) و هکرت و همکاران (۲۰۰۹) مجموعه‌ای از مؤلفه‌ها و شاخص‌ها برای مدل کلان مفهومی تحقیق استخراج گردید.

در این راستا بر مبنای مرور ادبیات انجام شده نسخه‌ی اولیه‌ی از شاخص‌های نظام نوآوری فناورانه برای کارکردهای نظام نوآوری فناورانه تهیه گردید. هشت شاخص برای کارکردهای توسعه و انتشار دانش تعریف شده است که به عنوان مثال شاخص‌هایی نظیر تعداد پروژه‌های تحقیقاتی انجام شده و در حال انجام، و میزان انجام مطالعات امکان‌سنجی و مطالعات بازار از جمله شاخص‌های توسعه دانش و شاخص‌هایی نظیر اندازه و تعداد شبکه‌های رسمی متشکل از بازیگران موجود و تعداد کنفرانس، همایش‌ها و کارگاه‌های تخصصی از جمله شاخص‌های انتشار دانش می‌باشند. کارکرد جهت‌دهی به سیستم می‌تواند به دو صورت رسمی و غیررسمی انجام گیرد برای این منظور نیز یازده شاخص تعیین شد که از جمله آن می‌توان به میزان قانون‌گذاری و تدوین مقررات و میزان کنترل بخش دولتی بر این حوزه اشاره نمود. برای کارکرد ساخت و تولید (کارآفرینی) نیز یازده شاخص موجود مشخص شد. شاخص‌های میزان پتانسیل بازار داخلی، میزان تناسب سیاست‌های کلان اقتصادی و بازرگانی کشور با الزامات توسعه و شکل‌گیری بازار، میزان حضور مشتریان و بازار عام برای محصولات فناوری باد، از جمله ده شاخص احصاء شده برای کارکرد شکل‌گیری بازار می‌باشد. برای کارکرد تأمین و تسهیل منابع دوازده شاخص شناسایی گردید که این شاخص‌ها در سه دسته تأمین منابع انسانی و مالی، و همچنین وجود سرمایه‌های مکمل و مواد اولیه تقسیم‌بندی شدند. برای کارکرد مشروعیت‌بخشی نیز یازده شاخص احصاء شد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به میزان حمایت قوانین و مقررات کلان موجود در کشور از فناوری و همچنین میزان حمایت مدیران میانی و کلان کشور از فناوری اشاره نمود. برای تدقیق شاخص‌های مدل مفهومی، جلسات گروه‌های کانونی<sup>۱</sup> با حضور خبرگان صنعت و دانشگاهی مرتبط با مباحث سیاست‌گذاری در فناوری برگزار شد و نسخه‌ی نهایی شاخص‌ها استخراج گردید. نتایج نظرات پیشنهادی در این جلسات در پرسشنامه‌ها اعمال گردید و نسخه‌ی دوم این پرسشنامه‌ها طراحی شد. سپس مجدداً این نسخه برای بیش از ۳۵ نفر از خبرگان ارسال شد. پس از دریافت نظرات این خبرگان و اعمال نظرات آنان، نسخه‌ی نهایی این پرسشنامه‌ها تهیه شد. برای نظرخواهی از خبرگان نیروگاه‌های بادی<sup>۲</sup> پرسشنامه‌ای براساس طیف ۷ گزینه‌ای لیکرت طراحی شد و میزان موافقت خبرگان با اجزا مدل مورد پرسش قرار گرفت. نسخه‌ی نهایی شاخص‌های تعریف شده به همراه کدهای مربوطه برای ارزیابی مدل مفهومی تحقیق را می‌توان در جدول ۸ ملاحظه کرد.

## 1. Focus group

۲. اسامی و مشخصات تمامی خبرگان مشارکت‌کننده در مستندات پشتیبان تحقیق موجود است.

## جدول ۸) ابعاد و شاخص‌های نهایی مربوط به مدل مفهومی تحقیق

کد	شاخص‌ها	کد	ابعاد	
KD۱	تعداد پروژه‌های تحقیق و توسعه داخلی انجام شده	k۱	پروژه‌های فنی انجام شده داخلی	کارکرد خلق و توسعه دانش (KD)
KD۲	کیفیت پروژه‌های تحقیق و توسعه داخلی انجام شده			
KD۳	میزان تطابق میان دانش تولید شده توسط پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌های کشور با تقاضای کشور			
KD۴	تعداد قراردادهای انتقال فناوری‌های صورت گرفته با سایر کشورها	k۲	پروژه‌های فنی انجام شده مشترک با کشورهای خارجی	
KD۵	میزان تنوع قراردادهای انتقال فناوری‌های صورت گرفته با سایر کشورها (مربوط به اجزاء مختلف توربین نظیر پره، گیربکس، ژنراتور و سیستم کنترل)			
KD۶	حجم پتانسیل سنجی انجام شده در رابطه با منابع بادخیز کشور	k۳	مطالعات غیرفنی انجام شده	
KD۷	میزان مطالعات اقتصادی، امکان‌سنجی و بازار انجام شده			
KDI۱	میزان نقش انجام پروژه‌های تحقیق و توسعه مشترک میان سازمان‌های مختلف (دولتی، دانشگاهی و یا صنعتی) در افزایش دانش بازیگران			کارکرد انتشار دانش (KDI)
KDI۲	میزان تشکیل شبکه‌های (مجموعه روابط پایدار) متشکل از بازیگران (در دولت، دانشگاه و صنعت) مانند انجمن‌های مختلف برای انجام همکاری‌های گوناگون			
KDI۳	میزان کنفرانس‌ها، همایش‌ها، سمینارها و کارگاه‌های تخصصی مفید برگزار شده			
KDI۴	ارتباط و انتقال دانش فنی نیروهای آموزش دیده و ماهر در این حوزه بین سازمان‌ها و شرکت‌های مختلف			

کد	شاخص‌ها	کد	ابعاد	
EA۱	میزان ورود شرکت‌های مختلف (شامل آن‌هایی که در کسب و کار دیگری فعال بوده‌اند و شرکت‌های تازه تأسیس) به حوزه‌های کاربرد این فناوری	e۱	میزان ورود بازیگران	کارکرد ساخت و تولید (EA)
EA۲	میزان ورود سازمان‌های دولتی و عمومی به ساخت و تولید توربین بادی			
EA۳	میزان ورود شرکت‌های خارجی به ساخت و تولید توربین باد کشور			
EA۴	میزان سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر انجام‌شده	e۲	میزان فعالیت بازیگران	
EA۵	میزان قراردادهای منعقد شده میان شرکت‌های داخلی و شرکت‌های خارجی برای خرید توربین و محصولات جانبی به منظور احداث مزارع بادی			
EA۶	میزان پروژه‌های انجام‌شده برای تولید نمونه‌های اولیه از محصولات و قطعات توربین باد مبتنی بر توان داخلی یا با کمک شرکت‌های خارجی			
GS۱	میزان تنوع قوانین و مقررات حمایتی وضع شده	g۱	وضع قوانین و مقررات	کارکرد جهت‌دهی به سیستم (GS)
GS۲	میزان اثربخشی قوانین و مقررات حمایتی وضع شده			
GS۳	میزان اجرایی شدن اهداف کمی و استراتژی‌های توسعه‌ی این فناوری از سوی دولت	g۲	هدف‌گذاری‌های انجام شده	
GS۴	میزان آگاهی محققین و توسعه‌دهندگان این فناوری از اهداف و استراتژی‌های دولت			
GS۵	میزان هم‌گرایی تولیدکنندگان در این صنعت در کشور به تولید همسان با استانداردهای مشابه یا سایزهای نزدیک محصول و فرایند تولید	g۳	هماهنگی اجزای سیستم	
GS۶	میزان انجام فعالیت‌ها در قالب یک تقسیم کار ملی هماهنگ			
GS۷	میزان شتاب‌زدگی و بی‌برنامه‌گی در تصمیمات و سیاست‌های اتخاذشده			

کد	شاخص‌ها	کد	ابعاد	
MF <sub>۱</sub>	حجم بازار ایجادشده برای برق حاصل از فناوری	m <sub>۱</sub>	بازار ایجادشده	کارکرد شکل‌گیری بازار (MF)
MF <sub>۲</sub>	حجم بازار ایجادشده برای محصولات فناوری مانند توربین و تجهیزات			
MF <sub>۳</sub>	میزان مزیت رقابتی خاص از طریق ارایه معافیت‌های مالیاتی و بخشودگی تعرفه گمرکی برای صنعت‌گران این فناوری	m <sub>۲</sub>	حمایت‌های قانونی از شکل‌گیری بازار	
MF <sub>۴</sub>	میزان جذابیت تعرفه‌های خریداری برق حاصل از این فناوری برای بخش خصوصی			
MF <sub>۵</sub>	میزان خریدهای دولتی انجام‌شده (بازارهای خاص ایجادشده از سوی دولت) برای ارتقاء استفاده از توان داخل	m <sub>۳</sub>	میزان فعالیت‌های انجام‌شده برای ارتقاء بازار	
MF <sub>۶</sub>	میزان پیوستگی در سفارش‌های داده‌شده برای خرید محصولات و خدمات این فناوری			
RM <sub>۱</sub>	میزان نیروی انسانی توانمند و متخصص (با دانش علمی یا مهارت) موجود			
RM <sub>۲</sub>	حجم آموزش‌ها و کمک‌های فنی مهندسی و تخصصی مرتبط با فناوری از طریق کارشناسان خارجی			
RM <sub>۳</sub>	میزان سرمایه‌گذاری در تأمین فناوری و دانش فنی از سوی دولت و سرمایه‌گذاران بخش خصوصی			
RM <sub>۴</sub>	میزان زیرساخت و تجهیزات مکمل و مواد اولیه موردنیاز برای به‌کارگیری این فناوری مانند راه‌های مواصلاتی و شبکه برق در دسترس، تجهیزات پتانسیل‌سنجی، جرثقیل و تجهیزات حمل‌ونقل و تجهیزات پتانسیل‌سنجی			
LE <sub>۱</sub>	میزان حمایت قوانین و مقررات کلان موجود در کشور در بخش انرژی از فناوری			
LE <sub>۲</sub>	میزان حمایت مدیران میانی و کلان کشور از فناوری			
LE <sub>۳</sub>	میزان پروژه نمایشی و فعالیت‌های تبلیغاتی انجام‌شده برای جلب توجه ذی‌نفعان			
LE <sub>۴</sub>	حمایت اجتماعی (پذیرش جامعه و در واقع، مردم) از انرژی‌های تجدیدپذیر			
				تأمین و تخصیص منابع (RM)
				کارکرد مشروعیت بخشی (LE)

همانطور که گفته شد با استفاده از پرسشنامه، نگرش و دیدگاه خبرگان و فعالان صنعتی نیروگاه‌های بادی سنجیده شد. در این تحقیق برای سنجش روایی از روایی محتوا و براساس روایی صوری (مبتنی بر نظر خبرگان) و همچنین برای روایی سازه از روش تحلیل عاملی تأییدی استفاده گردید. از سوی

دیگر برای سنجش پایایی ابزار تحقیق نیز از روش آلفای کرانباخ استفاده شد و برای سنجش پایایی بر روی پرسش‌نامه‌های تکمیل شده، ضریب آلفای کرانباخ محاسبه گردید که برای همه ابعاد و مؤلفه‌های مدل، ضریب آلفا بالاتر از ۰,۷ بوده‌است و ضریب آلفای کل پرسش‌نامه نیز برابر با ۰,۹۳۱ شده‌است که نشان‌دهنده پایایی بالای آن است. جامعه آماری این تحقیق شامل مدیران و کارآفرینان صنعتی، پژوهشگران و اساتید دانشگاهی و غیردانشگاهی فعال در بخش فناوری باد، سیاست‌گذاران یا مدیران درگیر در فرآیند سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی توسعه فناوری در کشور به‌ویژه در بخش فناوری باد، مدیران یا کارشناسان درگیر در فرآیند تنظیم‌گری یا تسهیل‌گری توسعه فناوری در کشور در بخش فناوری باد بوده‌است. به‌منظور تعیین میزان نمونه آماری لازم بود که حجم جامعه آماری برآورد شود. یکی از مشکلات اساسی در این مرحله عدم وجود بانک اطلاعاتی یا منبع دقیقی برای برآورد جامعه آماری در این زمینه بود که با پیگیری‌های انجام شده از طریق ستاد توسعه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر، انجمن علمی باد ایران و همچنین سازمان انرژی‌های نو این خبرگان فهرست شدند و پس از بررسی منابع هریک از این نهادها و تطبیق آن با ویژگی‌های جامعه آماری، تعداد افراد واجد شرایط برای حضور در جامعه آماری ۴۸۳ نفر احصاء شدند. روش نمونه‌گیری در این تحقیق به‌صورت تصادفی طبقه‌ای است. برای محاسبه حجم نمونه از فرمول معروف زیر برای محاسبه حجم نمونه استفاده شده‌است:

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{d^2}$$

که در آن میزان خطای در نظر گرفته‌شده براساس آلفا (خطای نوع اول)، (واریانس متغیر مورد مطالعه) و (خطای مجاز مورد نظر) می‌باشد. در این تحقیق آلفای در نظر گرفته‌شده ۵ درصد، واریانس متغیر مورد مطالعه برحسب اجرای اولیه برای این تحقیق برابر با ۰,۳۸۴ و همچنین خطای مجاز برای آن برابر با ۰,۱ در نظر گرفته شد. براین اساس نمونه اولیه مورد نیاز ۱۴۸ نمونه برآورد گردید و با توجه به حجم جامعه آماری اگر جامعه آماری را برابر با ۴۸۳ نفر در نظر بگیریم، با استفاده از فرمول تصحیح کوکران، تعداد نهایی نمونه به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$n' = \frac{148}{1 + \frac{148}{483}} = 114 \quad \text{نمونه‌ی نهایی مورد نیاز:}$$

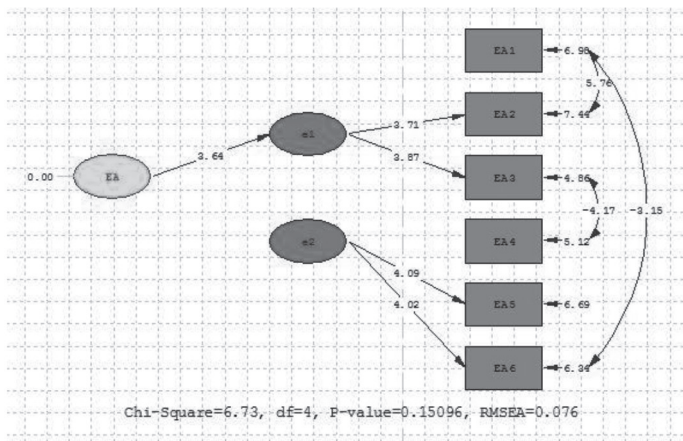
با در نظر گرفتن این میزان نمونه آماری، بیش از ۳۰۰ پرسشنامه ارسال شد که در نهایت با

پیگیری‌های فراوان، ۱۱۹ پرسشنامه قابل قبول دریافت گردید.

#### ۴-۴. اعتبارسنجی مدل مفهومی تحقیق با استفاده از تحلیل عاملی و مدل معادلات ساختاری

برای اعتبارسنجی سازه‌ها و حلقه‌های مدل مفهومی از تحلیل عاملی تأییدی و مدل معادلات ساختاری استفاده گردید. بدین منظور هر یک از سازه‌ها به صورت مجزا با استفاده از تحلیل عاملی و در ادامه حلقه‌های مدل مفهومی با بهره‌گیری از مدل معادلات ساختاری اعتبارسنجی شد. در این مقاله به جهت اختصار در بخش سازه‌ها به یک سازه و در بخش حلقه‌ها نیز به یک حلقه اکتفا می‌شود. در اینجا فقط نتایج تحلیل صورت گرفته سازه ساخت و تولید آورده شده است و بقیه سازه‌ها نیز مشابه این سازه مورد اعتبارسنجی قرار گرفت.

شکل ۸ مدل اندازه‌گیری سازه ساخت و تولید که یکی از سازه‌های هفت‌گانه کارکردی مدل مفهومی تحقیق است را در حالت معناداری نشان می‌دهد.



شکل ۸) مدل اندازه‌گیری سازه ساخت و تولید در حالت معناداری

چون مقادیر  $t$  اندازه‌گیری شده در شکل ۸، همگی بالاتر از ۱,۹۶ هستند، بیانگر معناداری تمام مسیرها می‌باشد.

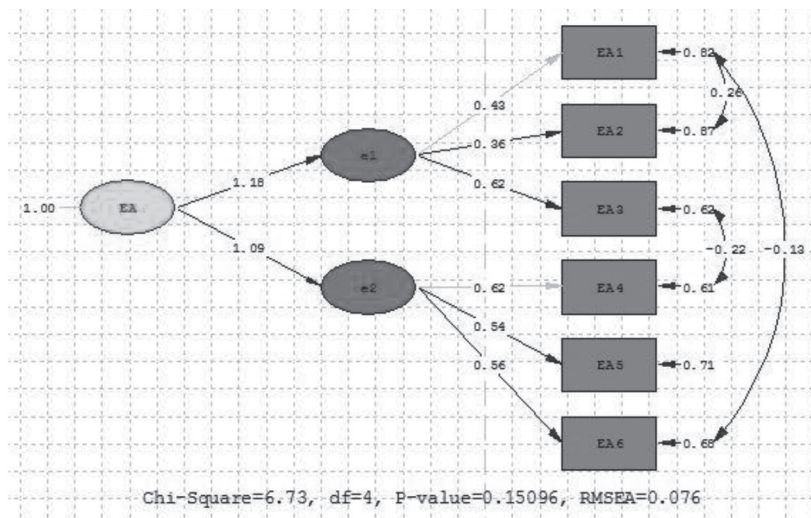
شاخص‌های برازش مدل نیز در جدول ۹ ارائه شده است:



جدول ۹) شاخص‌های برازش مدل برای سازه ساخت و تولید

RMSEA	NFI	NNFI	CFI	GFI	AGFI	$\chi^2/df$
۰.۰۷۶	۰.۸۸	۰.۹۲	۰.۹۴	۰.۹۶	۰.۹۲	۱.۹۰۷۵

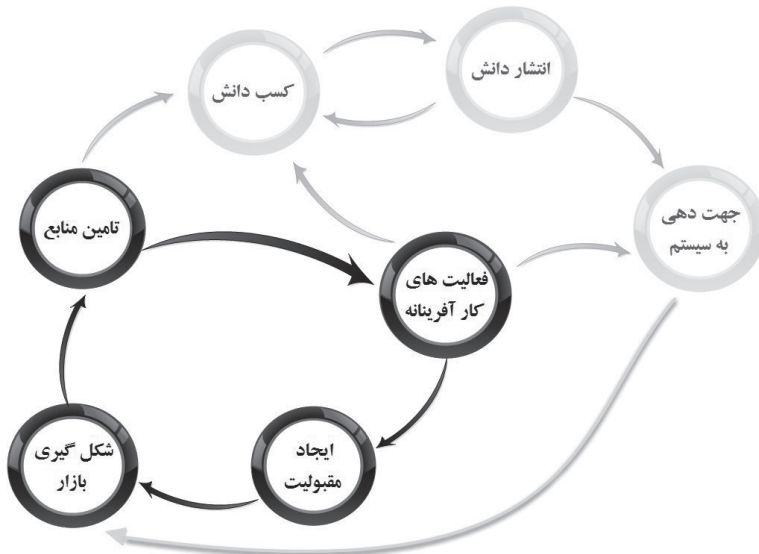
مقادیر جدول فوق بیانگر برازش مناسب سازه می‌باشد. همچنین شکل ۹ مدل اندازه‌گیری این سازه را در حالت استاندارد نشان می‌دهد.



شکل ۹) مدل اندازه‌گیری سازه ساخت و تولید در حالت استاندارد

همانگونه که در شکل ۹ مشاهده می‌شود، مقادیر بارهای عاملی استاندارد شده متغیرهای این سازه تحقیق درخور توجه و بالا هستند. لذا متغیرهای پیشنهاد شده برای اندازه‌گیری این سازه مناسب می‌باشند.

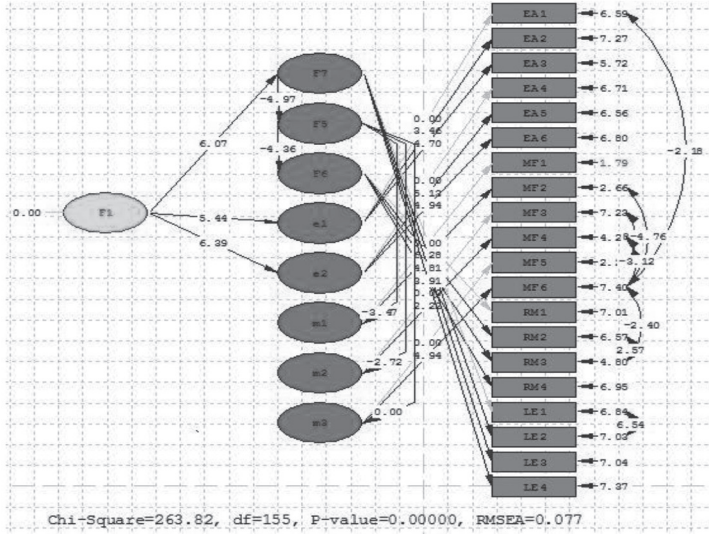
در ادامه برای تأیید حلقه‌های مدل مفهومی پیشنهادی توسعه فناوری نیروگاه‌های بادی در ایران، حلقه‌ها مورد آزمون قرار گرفت که یکی از حلقه‌ها به‌عنوان نمونه ارائه شده است. خاطر نشان می‌کند بقیه حلقه‌های مدل مفهومی نیز مشابه این حلقه مورد آزمون قرار گرفتند که نتایج آن در مستندات پشتیبان موجود می‌باشد.



شکل ۱۰) حلقه‌ی [F۱ → F۷ → F۵ → F۶ → F۱]

در این حلقه با انجام رایزنی‌هایی توسط کارآفرینان، سیاست‌گذاران متقاعد می‌شوند که با ایجاد بازاری خود ساخته و اولیه، منابع مالی را برای کارآفرینان فراهم آورند تا زمینه برای تولید محصولات بیشتر فراهم شود. تفاوت این حلقه با حلقه‌های دیگر در این است که در این حلقه خود بازیگرانی که در نقش کارآفرینان ظاهر شده‌اند به انجام رایزنی با مدیران می‌پردازند. البته سازمان‌های دولتی که به انجام فعالیت کارآفرینی می‌پرداختند نیز می‌توانند به‌عنوان کارآفرین با سازمان‌های موجود در سطوح بالاتر رایزنی کنند. مثالی در این رابطه، رایزنی‌های انجام‌شده توسط سازمان انرژی اتمی با مجلس در نتیجه‌ی کسب موفقیت در ایجاد ۱۰ مگاوات ظرفیت اولیه نیروگاه بادی است. بنابراین، در این حلقه، با کسب موفقیت در تولید و به‌کارگیری محصولات فناورانه، کارآفرینان مسئولان را متقاعد به ایجاد بازار اولیه‌ای برای محصولات خود می‌کنند. از این طریق، منابع مالی بیشتر برای تولید محصولات بیشتر فراهم می‌شود. شکل ۱۱ مدل اندازه‌گیری این حلقه در حالت معناداری را نشان می‌دهد. چون مقادیر  $t$  اندازه‌گیری شده در شکل ۱۱ همگی بالاتر از ۱,۹۶ هستند، بیانگر معناداری تمام مسیرها می‌باشد.

شاخص‌های برازش مدل نیز در جدول ۱۰ ارائه شده‌است:



شکل ۱۱) حلقه‌ی [F۱ → F۷ → F۵ → F۶ → F۱] در حالت معناداری

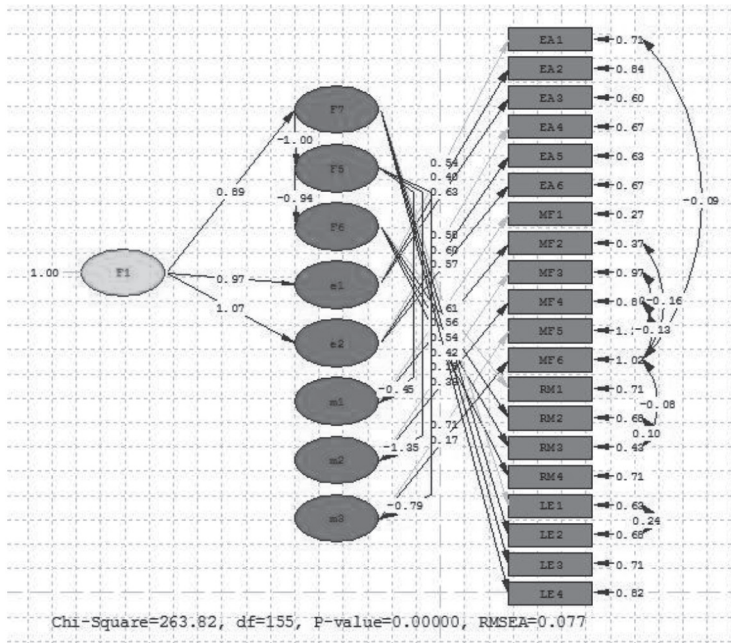
جدول ۱۰) شاخص‌های برازش مدل

RMSEA	NFI	NNFI	CFI	GFI	AGFI	R <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup> /df
۰.۰۷۷	۰.۶۹	۰.۷۹	۰.۸۳	۰.۸۲	۰.۷۶	۰.۷۹	۱.۷۰۲۰۶۵

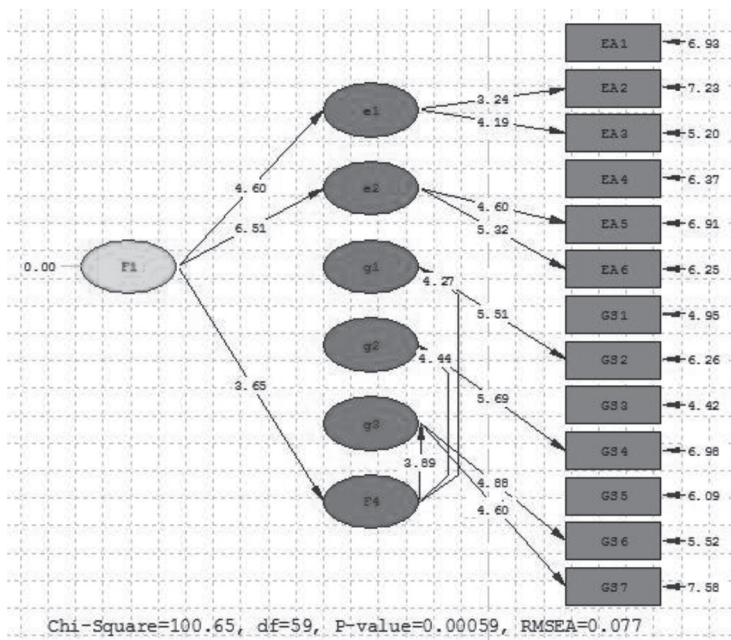
مقادیر جدول ۱۱ بیانگر برازش مناسب حلقه می‌باشد. شکل ۱۲ مدل اندازه‌گیری این حلقه را در حالت استاندارد نشان می‌دهد.

همان‌گونه که در شکل ۱۲ مشاهده می‌شود، مقادیر بارهای عاملی استاندارد شده متغیرهای این حلقه تحقیق در خورتوجه و بالا هستند.

در ادامه اعتبارسنجی روابط بین کارکردها در مدل مفهومی تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه تأثیر سازه ساخت و تولید بر سازه جهت‌دهی به سیستم به‌عنوان نمونه آورده شده است و بقیه موارد نیز مشابه این مورد، آزمون شده است. شکل ۱۳ مدل اندازه‌گیری این تأثیرگذاری در حالت معناداری را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲) حلقه‌ی [F۱ → F۷ → F۵ → F۶ → F۱] در حالت استاندارد



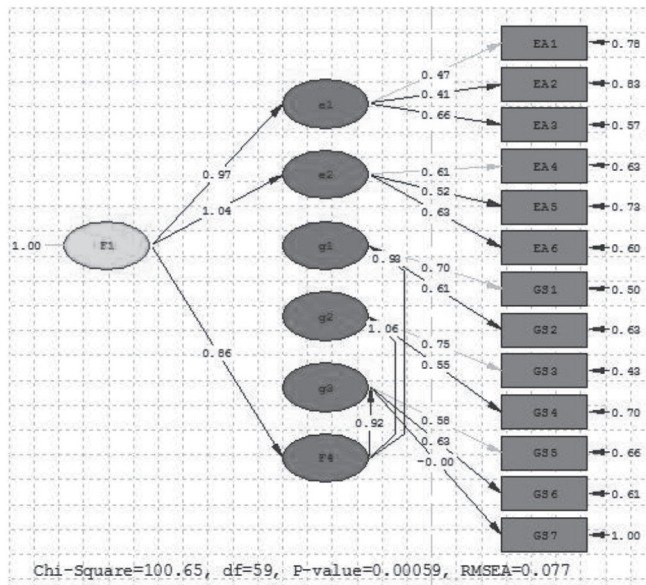
شکل ۱۳) تأثیر ساخت و تولید بر جهت‌دهی به سیستم در حالت معناداری

چون مقادیر  $t$  اندازه‌گیری شده در شکل ۱۳، همگی بالاتر از ۱٫۹۶ هستند، بیانگر معناداری تمام مسیرها می‌باشد. شاخص‌های برازش مدل نیز در جدول ۱۱ ارائه شده‌است:

جدول (۱۱) شاخص‌های برازش مدل

RMSEA	NNFI	NFI	CFI	AGFI	GFI	$\chi^2/df$
۰٫۰۷۷	۰٫۸۵	۰٫۷۸	۰٫۸۸	۰٫۸۱	۰٫۸۸	۱٫۷۱

مقادیر جدول ۱۲ بیانگر برازش مناسب مدل می‌باشد. شکل ۱۴ مدل اندازه‌گیری این سازه را در حالت استاندارد نشان می‌دهد.



شکل ۱۴) تأثیر ساخت و تولید بر جهت‌دهی به سیستم در حالت استاندارد

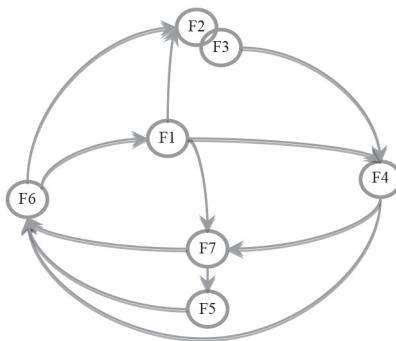
همانگونه که در شکل ۱۴ مشاهده می‌شود، مقدار ضریب مسیر و مقادیر بارهای عاملی استاندارد شده متغیرهای مدل تحقیق درخور توجه و بالا هستند.

## ۵. نتیجه‌گیری

اولین قدم برای سیاست‌گذاری توسعه فناوری، توصیف و تبیین فرآیند توسعه فناوری است، تا بتوان

تحلیل درستی از این فرآیند داشت و سیاست‌های مناسب را برای توسعه این فناوری در نظر گرفت. یکی از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر که با در نظر گرفتن شرایط ایران و همچنین توانمندی داخلی در توسعه داخلی آن، لازم است مورد توجه قرار گیرد، نیروگاه‌های بادی است.

در این مقاله سعی شده است فرآیند توسعه فناوری نیروگاه‌های بادی در ایران تبیین گردد. در این راستا ابتدا با استفاده از تحلیل تاریخی وقایع، فرآیندهای مهم براساس کارکردهای نظام نوآوری فناوری بررسی شد و پویایی این کارکردها استخراج گردید. سپس با استفاده از تحلیل پرسشنامه، مصاحبه و تحلیل معادلات ساختاری این پویایی مورد آزمون قرار گرفت و صحت آن‌ها براساس آزمون‌های مختلف مورد تأیید قرار گرفت. شکل ۱۵ پویایی کارکردهای نظام نوآوری فناورانه در حوزه نیروگاه‌های بادی در کشور را نشان می‌دهد:



شکل ۱۵) موتور محرک نوآوری در نیروگاه‌های بادی کشور

براین اساس می‌توان گفت که نیروگاه‌های بادی تاکنون در ایران براساس موتور محرک نوآوری فوق توسعه یافته است که با موتور محرک نوآوری سوری متفاوت است. دلیل اصلی این تفاوت میزان متفاوت اهمیت کارکردها در اکوسیستم‌های مختلف نوآوری است. به عنوان مثال کارکرد مشروعیت انرژی‌های تجدیدپذیر و به خصوص انرژی باد برای کشورهای توسعه یافته امری جاافتاده و پذیرفته شده است در حالی که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه دارنده ذخایر نفتی، با توجه قیمت فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر در مقایسه با سوخت‌های فسیلی امری غیر قابل توجیه بوده و بنابراین کارکرد مشروعیت بخشی از اهمیت زیادی برخوردار بوده و می‌تواند سرآغاز توسعه فناوری باشد. از سوی دیگر ماهیت بعضی از کارکردهای نظام توسعه فناوری از جمله کارکرد تولید و توسعه

دانش با توجه به عقب‌ماندگی تاریخی در کشور ایران به کارکرد اکتساب فناوری تغییر پیدا می‌کند. در واقع با توجه به این واقعیت‌ها و تفاوت‌ها و نحوه پویایی موتور محرک نوآوری نیروگاه‌های بادی در ایران، می‌توان سیاست‌های مناسب را برای تقویت حلقه‌هایی که منجر به توسعه این فناوری در کشور بیش از پیش شود را طراحی و پیاده‌سازی نمود. براین اساس لازم است در مطالعات آتی جهت و چشم‌انداز مطلوب این نوع از نیروگاه‌ها برای کشور ترسیم شود و با استفاده از ابزارهای تحلیلی، استراتژی‌ها و سیاست‌های تحقق وضعیت مطلوب تدوین شده و برنامه‌های عمل توسعه فناوری در دستور کار کشور قرار گیرد.

#### منابع :

- باقری مقدم، ناصر و همکاران، (۱۳۹۲). موتورهای محرک نوآوری: چارچوبی خلاقانه برای تحلیل پویایی نظام‌های نوآوری فناورانه، تهران، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور
- سکاران، اوما، (۱۳۸۲). روش‌های تحقیق در مدیریت، ترجمه: صائبی، محمد و شیرازی، محمود، تهران، مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی، چاپ دوم
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy*, (37)3, 407–429.
- Campbell, D. T. (1975). Degrees of freedom' and the case study. *Comp. Polit. Stud.* (8)2, 178.
- Carlson, B., Jacobson, S. (1997). Diversity creation and technological systems. *Syst. Innov. institutions Organ. Cassell Acad. London*.
- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M., Rickne, A. (2002). Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research Policy*, (31)2, 233–245.
- Carlsson, B., Stankiewicz, R. (1991). *On the nature, function and composition of technological systems*. 93–118.
- Edquist, C. (2004). Systems of innovation—a critical review of the state of the art. *Handb. Innovation*. 181–208.
- Edquist, C. (1997). *Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations*. Psychology Press.
- Hekkert, M. P., Loyd, P., Van Dijk, M. (2010). *Vision in Product Design: Handbook*

for Innovators, BIS Publishers.

- Hekkert, M. P., Negro, S. O. (2009). Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. *Technol. Forecast. Soc. Change*, (76) 4, 584–594.
- Hekkert, M. P., Suurs, R. A. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., Smits, R. E. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technol. Forecast. Soc. Change*, (74)4, 413–432.
- Negro, S. O. (2007). Dynamics of technological innovation systems: the case of biomass energy. *Netherlands Geogr. Stud.*, (356).
- Negro, S. O., Hekkert, M. P., Smits, R. E. (2007). Explaining the failure of the Dutch innovation system for biomass digestion, a functional analysis. *Energy Policy*, (35)2, 925–938.
- Negro, S. O., Suurs, R. A. A., Hekkert, M. P. (2008). The bumpy road of biomass gasification in the Netherlands: Explaining the rise and fall of an emerging innovation system. *Technol. Forecast. Soc. Change*, (75)1, 57–77.
- Poole, M. S., Van de Ven, A. H., Dooley, K., Holmes, M. E. (2000). *Organizational change and innovation processes: Theory and methods for research*. Oxford University Press.
- Suurs, R. A. A., Hekkert, M. P. (2009) *Motors of sustainable innovation: Towards a theory on the dynamics of technological innovation systems (Thesis)*. Innov. Stud. Group, Copernicus Institute, Utr. Univ.
- Van de Ven, A. H. (1990). *Longitudinal methods for studying the process of entrepreneurship*. Strategic Management Research Center, University of Minnesota.
- Van de Ven, A. H., Polley, D., Garud, R., Venkataraman, S. (1999). *The innovation journey*.