Archive of SID

فصلنامه علمی - پژوهشی سیاستگذاری عمومی، دوره ۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، صفحات ۷۱-۵۱

تبیین کارکردهای نظام نوآوری فناورانه پیل سوختی در ایران

حمیدرضا امیری‌نیا[1]
دانشجوی دکتری سیاستگذاری علم و فناوری مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور
ناصر باقری مقدم
استادیار گروه آینده‌پژوهی مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور
سید حبیبا... طباطبائیان
استادیار گروه مدیریت صنعتی دانشکده حسابداری و مدیریت دانشگاه علامه طباطبائی
سید مصطفی محمدپور
کارشناس ارشد مدیریت تکنولوژی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۵ - تاریخ تصویب: ۹۵/۳/۲۸)

چکیده

در سال‌های اخیر توجه به مفهوم نظام نوآوری به عنوان رویکردی برای تحلیل و سیاست‌گذاری در عرصه علم، فناوری و نوآوری مورد توجه سیاستگذاران این حوزه قرار گرفته است. از سوی دیگر دستیابی به فناوری‌های نوظهور مانند نانوفناوری، انرژی‌های تجدیدپذیر و ...، مسیر رو به رشدی را در توسعه علمی و فناورانه کشورها در پیش گرفته‌اند. لذا شناخت نحوه شکل‌گیری و توسعه حوزه‌های نوظهور و نحوه سیاست‌گذاری برای توسعه آن‌ها از جمله مسائل اساسی می‌باشد. مقاله حاضر بدنبال تبیین مدل توسعه فناوری پیل سوختی ایران برمبنای مدل نظام نوآوری فناورانه می‌باشد. از اینرو ۸۹ رویداد مؤثر بر توسعه این فناوری شناسایی و با استفاده از نرم‌افزار MAXQDA، این رویدادها دسته‌بندی و با کارکردهای مدل پایه پژوهش تطابق داده شده است. با توجه به شواهد موجود در روند توسعه فناوری پیل سوختی در ایران و با تأیید خبرگان این حوزه، کارکردهای توسعه منابع انسانی و تأمین منابع مالی به دو کارکرد مجزا از هم در مدل پیشنهادی توسعه این فناوری لحاظ شده است. در نهایت با تأیید خبرگان حوزه مدیریت فناوری و پیل سوختی، مدل نظام نوآوری فناورانه پیل سوختی ایران با ۸ کارکرد اصلی ارائه گردید. در نهایت نقطه ضعف اصلی توسعه این فناوری و شکل‌گیری ضعیف نظام نوآوری فناورانه پیل سوختی در کشور، ناکارآمدی کارکردهایی نظیر کارآفرینی و شکل‌دهی بازار می‌باشد که این مورد باعث تجاری‌سازی محدود این فناوری و ارائه آن به بازار شده است.

واژگان کلیدی: *نظام‌های نوآوری، نظام نوآوری فناورانه، فناوری پیل سوختی، تحلیل تاریخی وقایع*

[1] - *hramirinia@gmail.com* (نویسنده مسئول)

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

امروزه فناوری در خلق ثروت و رقابت‌پذیری در سطح ملی و صنعت نقش مؤثری را ایفاء می‌کند و توسعه فناوری‌ها یکی از اولویت‌دارترین بخش‌های برنامه‌های توسعه‌ای کشورها می‌باشد. توسعه حوزه‌های فناورانه را می‌توان به‌شکل مجموعه‌ای از فرایندهای تدریجی[۱]، پیوسته در طول زمان، چند سطحی[۲]، چندمرحله‌ای[۳] و مقوم[۴] که با هدف ایجاد تغییرات فراگیر در ابعاد اجتماعی، فنی، اقتصادی به‌وقوع پیوسته، تعریف نمود. در ادبیات به مجموعه‌ای از این فرآیندها، تلقی به گذارهای فناورانه می‌شود (گیلز،۲۰۰۲؛ گیلز و اسکات، ۲۰۰۷، ۲۰۱۰). با توجه به این موضوع که فرآیند توسعه فناوری‌های نوظهور، یک سیستم پیچیده و تکاملی است، رویکردی که برای تحلیل آن نیز به‌کار می‌رود باید قابلیت درک ماهیت سیستمی آن را داشته باشد و با داشتن یک نگاه کل‌گرا به فرایند نوآوری، و شامل شدن اجزای مختلف و روابط متفاوت میان آن بتواند رویکردی مناسب برای تحلیل باشد (ادکوئیست، ۲۰۰۵).

در سال‌های اخیر توجه به مفهوم نظام نوآوری به عنوان رویکردی برای تحلیل و سیاست‌گذاری در عرصه علم، فناوری و نوآوری به صورت گسترده مورد توجه قرار گرفته است. در ایران نیز از مفهوم نظام نوآوری در عرصه تحلیل و عارضه‌یابی و ارایه راهکارهای سیاستی توسعه فناوری و نوآوری ملی استفاده گسترده‌ای شده است. رویکرد نظام نوآوری کمی بیش از دو دهه‌ی پیش با کارهایی انجام گرفته توسط فریمن[۵]، لاندوال[۶]، و نلسون[۷] بوجود آمده است (فریمن، ۱۹۸۷؛ لاندوال، ۱۹۹۳؛ نلسون، ۱۹۸۲). ادکوئیست[۸] نظام نوآوری را به عنوان "مجموعه‌ای از عوامل مهم اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، سازمانی و غیره که بر توسعه، انتشار و استفاده از نوآوری‌ها اثرگذارند" تعریف می‌کند (ادکوئیست، ۱۹۹۷). این بدان معناست که رویکرد نظام نوآوری به عوامل تبیین کننده نوآوری و نه به نتایج آن می‌پردازد.

با ظهور رویکرد نظام نوآوری، تأکید محققین عمدتاً بر نظام ملی نوآوری[۹] بود (فریمن، ۱۹۸۷؛ لاندوال، ۱۹۹۳؛ نلسون، ۱۹۸۲). با این وجود، با گذشت زمان انواع دیگری از نظام‌های نوآوری نظیر نظام نوآوری بخشی[۱۰]، نظام نوآوری منطقه‌ای[۱۱] و نظام نوآوری فناورانه[۱۲] مطرح

1 Gradual
2 Multi-level
3 Multi-stage
4 Reinforcing
5 Freeman
6 Lundvall
7 Nelson
8 Edquist
9 National Innovation Systems (NIS)
10 Sectoral Innovation Systems (SIS)
11 Regional Innovation Systems (RIS)
12 Technological Innovation Systems (TIS)

www.SID.ir

Archive of SID

گردید. مرزهای جغرافیایی نظام‌های نوآوری منطقه‌ای در برگیرنده مناطق موجود در یک و یا چند کشور هستند [۷؛ ۲۳]. نظام‌های نوآوری فناورانه و بخشی بر زمینه‌های فناورانه و طیف-هایی از محصولات تمرکز دارند (برسچی و مالربا، ۱۹۹۷؛ کارلسون و استنکویچ، ۱۹۹۵). آنچه باید بدان توجه نمود مکمل بودن تمام این نظام‌های نوآوری با یکدیگر می‌باشد.

از سوی دیگر دستیابی به فناوری‌های نوظهور مانند نانوفناوری، زیست فناوری، انرژی‌های تجدیدپذیر و غیره، هم اکنون مسیر رو به رشدی را در توسعه علمی و فناورانه کشورها در پیش گرفته‌اند و نقش و جایگاه آن‌ها در طول سال‌های اخیر، رشد بسیاری داشته است. در ایران نیز در سال‌های اخیر توجه بسیار زیادی به شکل‌گیری و توسعه فناوری‌های نوظهور شده است که هم در عرصه نهادسازی و هم در عرصه سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی به خوبی مشهود است. در این مقاله نیز سعی شده است که با بهره‌گیری از یکی از رویکردهای نظام نوآوری، تحت عنوان نظام نوآوری فناورانه به تحلیل حوزه فناوری نوظهور پیل سوختی که از اواسط دهه ۷۰ توجه به توسعه آن در سطح ملی شده است پرداخته شود.

شناخت نحوه شکل‌گیری و توسعه حوزه‌های نوظهور و نحوه سیاست‌گذاری برای توسعه آن‌ها از جمله مسائل اساسی سیاست‌گذاران این حوزه می‌باشد. از اینرو بهره‌گیری از رویکردی که بیشترین تطابق را با وضعیت این حوزه‌های نوظهورداشته و نقش کارکردهای مختلف را در مراحل بلوغ آن توصیف نماید، دارای اهمیت بسزائی می‌باشد. بر این اساس، در این تحقیق از چارچوب نظام نوآوری فناورانه سورس و هکرت (۲۰۰۹) برای تحلیل نحوه شکل‌گیری و توسعه فناوری پیل سوختی استفاده شده است (هکرت و سورس، ۲۰۰۹). در ادامه با استفاده از روش تحلیل تاریخی وقایع و مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان حوزه پیل سوختی، رویدادهای مؤثر بر توسعه این فناوری را شناسایی، و این رویدادها را با کارکردهای مدل پایه پژوهش تطبیق داده شده است. در نهایت و با توجه به جلسات خبرگی، مدل توسعه فناوری پیل سوختی در ایران بر اساس ۸ کارکرد اصلی ارائه شده است.

۲- بررسی مبانی نظری تحقیق

کارلسون و استنکویچ[1] رشد اقتصادی امروزه کشورها را تابعی از نظام‌هایی دانسته‌اند که بازیگران اقتصادی مختلفی در آن مشغول فعالیت بوده و به خلق نوآوری می‌پردازند. بنابراین شناسایی رویکردهای تحلیلی نوآوری، در این زمینه می‌تواند بسیار مؤثر باشد (کارلسون و استنکویچ، ۱۹۹۵). معلمی و همکاران رویکردهای تحلیلی نوآوری را شامل مجموعه‌ای از مدل‌ها و ابزارهایی می‌داند که برای توصیف وضعیت موجود و استفاده از آن در جهت

1- Carlsson and Stankiewicz

www.SID.ir

Archive of SID

سیاست‌گذاری نوآوری به‌کار گرفته می‌شود. این مدل‌ها و ابزارها را می‌توان هم در سیاست-گذاری نوآوری و فناوری و هم در تدوین اقدام‌های فناوری به‌عنوان یک روش مورد استفاده قرار داد. رویکردهای تحلیلی نوآوری را می‌توان در دو سطح مدل‌های کلان فرآیند نوآوری و مدل‌های سیستمی فرآیند نوآوری تقسیم‌بندی نمود (معلمی و همکاران، ۲۰۱۲). در ادبیات این حوزه، مدل‌های کلان نوآوری به سه دسته مدل‌های خطی، تعاملی و سیستمی تقسیم می‌شوند. ماوری و روزنبرگ مدل‌های خطی، نوآوری را نتیجه فرآیند خطی دانسته که از مراحل مختلف پژوهش پایه، کاربردی، تحقیق و توسعه، تجاری سازی، بازاریابی و در انتها انتشار، به صورتی متوالی و سلسله مراتبی و در مسیری یک طرفه تشکیل شده است (ماووری و روزنبرگ، ۱۹۷۹). مدل پیوندی و تعاملی نوآوری، نوآوری را نتیجه یک فرایند خطی ندانسته و با تاکید بر فرایند مرحله‌ای نوآوری، حلقه‌های بازخوردی میان فعالیت‌های تحقیق و توسعه و بازاریابی برقرار می‌نماید (کلاین و روزنبرگ، ۱۹۸۶؛ راسول و زگول، ۱۹۸۵). ادکوئیست مدل یکپارچه سیستمی، را به عنوان مدلی با رویکرد همکاری و رابطه‌ی دو طرفه میان اجزا مختلف می‌داند (ادکوئیست، ۲۰۰۵). مدل‌های سیستمی نوآوری از جمله رویکردهای تحلیلی نوآوری بشمار می‌آیند که شامل رویکرد چندسطحی، مدیریت راهبردی گوشه‌ها، مدیریت‌گذار، بلوک‌های توسعه، نظام‌های نوآوری می‌گردد. جدول ۱ به ویژگی این رویکردها اشاره دارد.

جدول ۱- مقایسه ویژگی‌های رویکردهای سیستمی نوآوری

	رویکرد چندسطحی	مدیریت راهبردی گوشه‌ها	مدیریت گذار	بلوک‌های توسعه	نظام‌های نوآوری
سطح تحلیل	گذارهای فناورانه بلندمدت، کارکردهای اجتماعی (مانند حمل‌و نقل)	شبکه‌های نوآوری، یک کاربرد خاص فناوری	گذارهای فناورانه بلندمدت	سطح صنعت	سطوح ملی، منطقه‌ای، فناورانه و بخشی
نوع سیستم	پویا	پویا	پویا	پویا	پویا
هدف تحلیل	تحلیل فرایند گذار شامل نوآوری‌های مختلف در سطح کلان	تحلیل چگونگی تشکیل گوشه‌ها و چگونگی محافظت از نوآوری در	نقش گوشه‌ها در ایجاد تغییر و گذار فناورانه	تحلیل ساختاری با بررسی روابط بین فشارهای ساختاری و	تبیین شرایط محیطی لازم برای توسعه نوآوری

www.SID.ir

Archive of SID

	رویکرد چندسطحی	مدیریت راهبردی گوشه‌ها	مدیریت گذار	بلوک‌های توسعه	نظام‌های نوآوری
		گوشه‌هایی مجزا از سطح رژیم		نوآوری‌های ایجاد شده	
عامل نوآوری	پویایی پدیدآمده از تعامل سطوح رژیم گوشه و دورنما	فناوری‌های نو و چیدمان‌های جدید اجتماعی اقتصادی	سطح گوشه و کنش‌گران	فشار ساختاری، کارآفرینان	کنش‌گران، نهادها، روابط و شبکه‌ها

ادکوئیست نظام‌های نوآوری را شامل بر کلیه عوامل اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، سازمانی، نهادی، و سایر عوامل اثرگذار بر توسعه، انتشار و بهره‌برداری از نوآوری می‌داند (ادکوئیست، ۲۰۰۵). هر نظام نوآوری از سه جز اصلی مولفه‌ها (کنش‌گران، نهادها و فناوری‌ها)، روابط (مواصلات میان مولفه‌ها)، و شناسه‌ها (توانایی اجزا در ایجاد شایستگی فناورانه-اقتصادی) تشکیل شده است (کارلسون و همکاران، ۲۰۰۲). یک نظام نوآوری را می‌توان از ابعاد مختلف مرزبندی نموده و بر این اساس، مدل‌هایی برای اهداف تحلیلی متفاوت پدید آورد. ادکوئیست مرزهای این سیستم را در چهار بعد جغرافیایی، فناورانه و گروه محصول و فعالیت تعریف نموده است (ادکوئیست، ۲۰۰۵). بر این اساس، چهار مدل نظام نوآوری ملی، نظام نوآوری منطقه‌ای، نظام نوآوری بخشی، و نظام نوآوری فناورانه مطرح می‌گردد. کارلسون و استنکویچ نظام نوآوری فناورانه را به عنوان شبکه‌ای پویا از عوامل[1] که در یک ناحیه‌ی اقتصادی/صنعتی تحت زیرساخت‌های نهادی خاص با یکدیگر در تعامل بوده و در تولید، انتشار و بهره‌برداری از فناوری سهیم هستند، تعریف نموده است (کارلسون و استنکویچ، ۱۹۹۵). نقطه‌ی آغاز تحلیل یک نظام نوآوری فناورانه بر یک منطقه جغرافیایی یا بخش صنعتی متمرکز نیست، بلکه بر یک فناوری یا یک زمینه فناورانه متمرکز است. هدف بیشتر مطالعات نظام‌های نوآوری فناورانه، تحلیل و ارزیابی توسعه‌ی یک نوآوری فناورانه خاص در قالب ساختار یا فرآیندهای پشتیبان (یا مخرب) آن است. از این منظر، می‌توان به این رویکرد به‌عنوان یک گونه‌ی خردنگر[2] از مفهوم نظام‌های نوآوری بخشی نگریست. در واقع یک نظام نوآوری بخشی را می‌توان به‌عنوان مجموعه‌ای از نظام‌های نوآوری فناورانه مربوط (و تا حدّی متداخل) در نظر گرفت که هریک دارای مجموعه‌ای از فناوری‌های اصلی متمایز هستند (هکرت و سورس،

[1] *Agents*
[2] *Micro oriented*

www.SID.ir

Archive of SID

۲۰۰۷؛ مارکارد و توفر، ۲۰۰۸؛ نگرو و همکاران، ۲۰۰۷). از آن‌جایی که تنها با تحلیل ساختاری نظام‌های فنی–اجتماعی نمی‌توان تغییرات فناورانه را تحلیل کرد، این رویکرد می‌بایست فراهم‌آورنده‌ی چارچوبی برای تحلیل فرایندی نظام‌های فنی–اجتماعی باشد. بدین منظور، محققان مختلفی اقدام به معرفی کارکردهای[۱] نظام نوآوری در راستای کارکرد اصلی آن کرده‌اند.

سورس و هکرت هفت کارکرد کارآفرینی، توسعه دانش، انتشار دانش، جهت‌دهی به جستجو، شکل‌دهی بازار، تأمین و تخصیص منابع، حمایت از سوی گروه‌های پشتیبان را به عنوان کارکردهای نظام نوآوری فناورانه می‌داند (هکرت، ۲۰۰۷؛ سورس ۲۰۰۹). برجک و جاکوبسون آزمایش‌های کارآفرینی، توسعه و انتشار دانش، تأثیرگذاری بر جهت دهی تصمیمات، شکل‌دهی بازار، تأمین و تخصیص منابع، مقبولیت‌بخشی، توسعه اثرات جانبی مثبت را به عنوان ۷ کارکرد نظام نوآوری نام برده است (برجک و همکاران ۲۰۰۲؛ جاکوبسون و جانسون، ۲۰۰۰). ادکوئیست، فراهم سازی تحقیق و توسعه/ مزیت سازی/ فراهم کردن خدمات مشاوره‌ای، شبکه‌سازی، تأمین حداقل‌های کیفی/ ایجاد و تغییر ساختار صنعتی، شکل‌دهی بازار محصول جدید، تأمین مالی فرآیند نوآوری را برای این حوزه معرفی نموده است (ادکوئیست، ۲۰۰۵). ریکن ایجاد و انتشار محصول جدید/ ایجاد و انتشار فرصت نوآورانه، انجام تحقیقات بازار، افزایش شبکه‌سازی، هدایت تکنولوژی، ایجاد بازار و انتشار دانش بازار، ایجاد نیروی انسانی/ هموارسازی تأمین مالی، مقبولیت بخشی فناوری و بنگاه را جزء عوامل کلیدی در یک نظام نوآوری فناورانه برشمرده است (ریکن، ۲۰۰۰).

۳- چارچوب مفهومی تحقیق

همانطور که پیش‌تر بیان گردید هدف اصلی این پژوهش تبیین فرآیند توسعه فناوری پیل سوختی در کشور می‌باشد. لذا محقق برای رسیدن به این مهم از استراتژی تحقیق پس‌کاوی استفاده نموده است سپس با استفاده از ادبیات موجود در حوزه نظام نوآوری فناورانه، مدل پایه پژوهش را انتخاب، و با استفاده از ابزارهای معرفی شده برای پژوهش‌های کیفی، مدل توسعه فناوری پیل سوختی در ایران را شناسایی و تدوین نموده است. با توجه به کیفی بودن داده‌های این پژوهش، از روش تحلیل تاریخی وقایع[۲] و نرم افزار *MAXQDA* به عنوان ابزاری برای کدگذاری رویدادهای مهم در روند توسعه فناوری پیل سوختی استفاده شده است. در این روش پس از دسته‌بندی داده‌ها، از میان آن‌ها روندها و رویدادهای اصلی در مسیر توسعه فناوری‌های پیل سوختی را مشخص و بر اساس آن‌ها و با استفاده از مدل اولیه برساخته از

۱- منظور از کارکرد، آن چیزی است که سیستم انجام می‌دهد و در راستای انجام آن به هدفی می‌رسد.

2- Data Historical Analysis

www.SID.ir

Archive of SID

ادبیات، مدل توسعه این فناوری پیشنهاد شده است. از اینرو محقق در این پژوهش از میان مدل‌های موجود در نظام نوآوری فناورانه (ادکوئیست، ۲۰۰۵؛ هکرت، ۲۰۰۷؛ جاکبسون و برجگ، ۲۰۰۰)، مدل نظام نوآوری فناورانه سورس و هکرت (۲۰۰۹) را به عنوان کارکردهای اصلی مدل پایه تحقیق خود انتخاب نموده و با بررسی فضای پیل سوختی در ایران بدنبال تبیین نظام نوآوری فناورانه این فناوری در کشور می‌باشد. مطابق مدل سورس و هکرت، مدل پایه این تحقیق شامل ۷ کارکرد اصلی نظیر کارآفرینی[۱]، توسعه دانش[۲]، انتشار دانش[۳]، جهت دهی به سیستم[۴]، شکل‌دهی بازار[۵]، تأمین و تسهیل منابع[۶]، مشروعیت بخشی[۷] بوده و ۲۵ زیرکارکرد آن نیز از ادبیات این حوزه استخراج شده است. شکل ۱ نشان‌دهنده کارکردها و زیرکارکردهای مدل پایه پژوهش می‌باشد.

شکل ۱- کارکردها و زیرکارکردهای مدل پایه پژوهش (باقری مقدم، ۱۳۹۱؛ سورس و هکرت،۲۰۰۹).

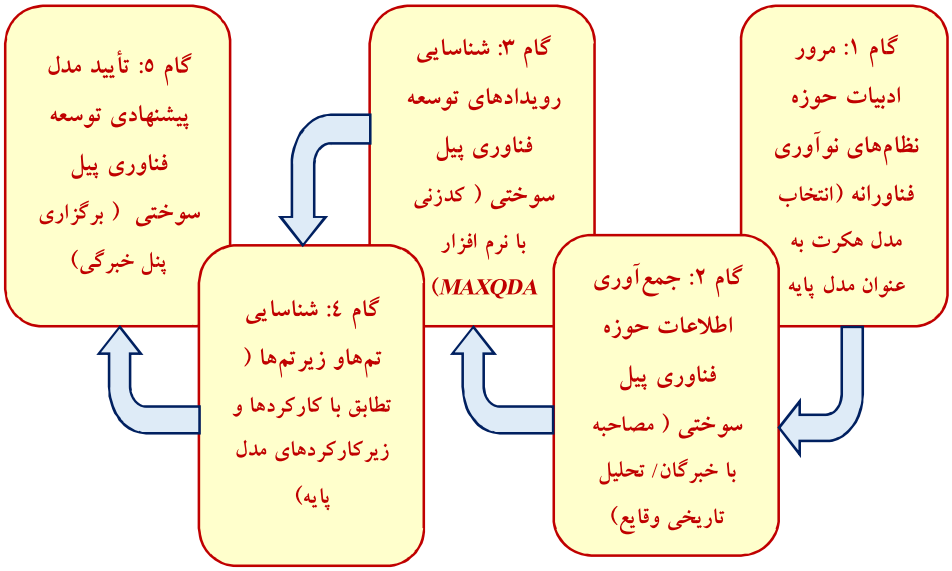
در ادامه محقق جهت تبیین الگوی توسعه فناوری پیل سوختی در ایران، با انجام مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان این حوزه، رویدادهای مؤثر بر توسعه فناوری پیل سوختی را شناسایی و با استفاده از نرم افزار *MAXQDA* این رویدادها را کدگذاری نموده است و در

1- Entrepreneurial Activities
2- Knowledge Development
3- Knowledge Diffusion
4- Guidance of the Search
5- Market Formation
6- Resource Mobilization
7- Support from Advocacy Coalitions

www.SID.ir

Archive of SID

نهایت با تطبیق این کدها با کارکردها و زیرکارکردهای مدل پایه تحقیق، مدل توسعه فناوری پیل سوختی را تبیین و جهت تأیید خبرگان، در جلسات مختلفی خبرگی ارائه و تأیید نموده است. روند کلی تحقیق در شکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل۲- روند کلی پژوهش.

۴- تجزیه و تحلیل

۴-۱- شناسایی رویدادهای مؤثر در توسعه فناوری پیل سوختی با استفاده از نرم افزار *MAXQDA*

تاریخ پیل سوختی در جهان با کار انجام شده توسط ویلیام گروو در سال ۱۸۳۹ آغاز شده است. گروو آزمایشی را تعریف کرد و در آن الکترودهایی را در اسید سولفوریک مایع قرار داد. او گاز هیدروژن را به سوی الکترود و گاز اکسیژن را به سوی الکترود دیگر هدایت کرد و جریان برق بین دو الکترود را اندازه‌گیری نمود. در سال ۱۸۸۹ اولین نمونه‌ی پیل سوختی توسط دو محقق در انگلیس ساخته شد. این مسیر تحقیقاتی توسط محققان در سوئیس و انگلیس در نیمه‌ی اول قرن بیستم و در طول جنگ جهانی دوم دنبال گردید. به موازات این تحقیقات، مسیر تحقیقاتی دیگری نیز شکل گرفت که اساس آن به تولید برق از ذغال بود. کار برجسته‌ی انجام شده در این زمینه متعلق به یک محقق امریکایی در سال ۱۸۹۶ بود. البته به-

www.SID.ir

Archive of SID

علت راندمان پایین باطری‌های ذغالی این مسیر تحقیقاتی متوقف گردید. در ایران نیز همزمان با احیای مجدد فعالیت‌های پژوهشی جهان در رابطه با پیل سوختی، دفتر انرژی‌های نو معاونت انرژی وزارت نیرو در اوائل دهه‌ی ۱۳۷۰ مطالعاتی را درباره‌ی پایش فناوری‌های نو در زمینه‌ی انرژی آغاز نمود. در این راستا برای بررسی این فناوری پروژه «بررسی‌های فنی اقتصادی تهیه هیدروژن خورشیدی و تکنولوژی‌های وابسته» در سال ۱۳۷۲ تعریف شد. در نتیجه‌ی انجام این مطالعات مشخص شد که ایران جزو مناطق مناسب برای تولید هیدروژن خورشیدی است که علاوه بر تولید داخلی پتانسیل صدور هیدروژن را نیز داراست. در این رابطه پروژه‌های مختلف دیگری نیز معرفی گردید. در کنار فعالیت‌های انجام شده درباره‌ی هیدروژن خورشیدی چند پروژه‌ی مطالعاتی نیز در رابطه با خود فناوری پیل سوختی و با هدف امکان‌سنجی و تولید پیل سوختی با تکنولوژی *SPE* با ظرفیت ۱ کیلووات، تعریف گردید. در دیماه ۱۳۸۰ با پیگیری وزارت نیرو و دفتر همکاری‌های فناوری‌های ریاست جمهوری، میز گرد تعیین راهکارهای تحقیق و توسعه فناوری پیل سوختی در کشور برگزار گردید. بر اساس نتایج این میزگرد ضرورت ایجاد اجماع مابین فعالان این حوزه در کشور و تشکیل کمیته راهبری پیل سوختی مورد تایید قرار گرفت. و در نهایت در تیرماه سال ۱۳۸۶ سند راهبرد ملی توسعه این فناوری مورد تصویب قرار گرفت (باقری مقدم، ۱۳۹۱).

جهت تبیین الگوی توسعه فناوری پیل سوختی، از منابع مختلف کتابخانه‌ای همچون اسناد و اطلاعات موجود در این حوزه و همچنین مصاحبه با خبرگان حوزه فناوری پیل سوختی استفاده شده است. رویدادهای مؤثر در توسعه این فناوری را با روش‌های کدزنی در نرم افزار *MAXQDA* مشخص شده است. جدول ۲ نشان‌دهنده برخی از مهم‌ترین کدها و رویدادهای مؤثر در توسعه فناوری پیل سوختی از میان ۸۹ رویداد شناسایی شده به تفکیک تاریخ وقوع آن‌ها می‌باشند.

جدول ۲- برخی از رویدادهای مؤثر بر توسعه فناوری پیل سوختی

ردیف	رویداد	تاریخ/بازه وقوع
۱	برگزاری اولین دوره مسابقه خودروهای پیل سوختی	۱۳۹۱
۲	تاسیس اولین شرکت خصوصی جهت تجاری سازی فناوری پیل سوختی	۱۳۷۹
۳	تشکیل کمیته راهبری پیل سوختی	۱۳۸۱
۴	تعریف طرحی با عنوان " تحقیق، توسعه و انتقال فناوری ساخت اجزای	۱۳۸۲-۱۳۸۷

www.SID.ir

Archive of SID

	پیل سوختی در دمای پایین پلیمری با تکیه بر قابلیت های صنعت نفت کشور" در پژوهشگاه صنعت نفت	
۵	طراحی، ساخت و بومی سازی سیستم و اجزای پیل های سوختی پلیمری ۵ و ۱۰ کیلووات در مرکز تحقیقات جهاد سازندگی اصفهان	۱۳۸۹
۶	پروژه ی ساخت یک پیل سوختی با تکنولوژی SPE با ظرفیت ۱ کیلوواتی	۱۳۸۲-۱۳۷۷
۷	پایلوت پروژه هیدروژن سوز کردن یک موتور خودرو	۱۳۷۸
۸	انجام مطالعاتی در زمینه پایش فناوریهای نو در زمینه انرژی توسط دفتر انرژی¬های نو معاونت انرژی وزارت نیرو	۱۳۷۰
۹	تدوین پروژه مطالعات «امکان‌سنجی- تحلیل جذابیت فناوری پیل سوختی و راهکارهای توسعه آن در کشور» از سوی کمیته راهبردی پیل سوختی	۱۳۸۳-۱۳۸۱
۱۰	نشست هم‌اندیشی دست‌اندرکاران فناوری پیل سوختی در دانشگاه شریف	۱۳۸۰
۱۱	برگزاری هم اندیشی تخصصی «اقتصاد هیدروژنی و پیل سوختی: فرصت‌ها و چالش‌ها» برای نخستین بار در سطح ملی توسط کانون توسعه ی فناوری دانشگاه تربیت مدرس	۱۳۸۵
۱۲	انتشار سری جدید نشریه هیدروژن و پیل سوختی با حمایت سازمان انرژی‌های نو ایران	۱۳۸۵
۱۳	چاپ ویژه نامه مقالات کنفرانسهای ملی هیدروژن و پیل سوختی در ژورنال های تخصصی هیدروژن و پیل سوختی	۱۳۹۳-۱۳۸۵
۱۴	تدوین سند راهبرد ملی توسعه فناوری پیل سوختی	۱۳۸٦
۱۵	تدوین برنامه ی عملیاتی سند و ارایه به کمیته راهبردی پیل سوختی	۱۳۸۵
۱۶	سفارش خرید ۲۰ سامانه پیل سوختی از طرف شرکت توانیر برای ۱۶ شرکت برق منطقه ای و چهار شرکت تابع در تهران	۱۳۹۳-۱۳۸۷
۱۷	تدوین استانداردهای لازم در حوزه پیل سوختی توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (استاندارد آی ای سی)	۱۳۸۷
۱۸	خرید صد نمونه کیت آموزشی پیل سوختی و اهداء به مراکز آموزش و پرورش سراسر کشور	۱۳۸٤-۱۳۸۱

www.SID.ir

Archive of SID

۱۹	حمایت مالی سازمان انرژی های نو در توسعه فناوری پیل سوختی	۱۳۸۵
۲۰	رایزنی و متقاعد نمودن ایران خودرو برای تعریف پروژه خودور پیل سوختی	۱۳۸٤-۱۳۸۰
۲۱	تعریف پایان نامه‌ها و تربیت نیروهای متخصص دانشگاهی در حوزه پیل سوختی	۱۳۷٤
۲۲	تقدیم خودروی هیبرید پیل سوختی، پژوهشگران مرکز تحقیقات مهندسی اصفهان به رییس جمهور	۱۳۹۳-۱۳۸۷
۲۳	تهیه و پخش برنامه های رادیو و تلویزیونی در حوزه پیل سوختی	۱۳۹۳-۱۳۸۷
۲۴	رایزنی محققان برگشته از خارج از کشور با دفتر همکاریها برای حمایت حوزه فناوری پیل سوختی	۱۳۷۹

۴-۲- شناسایی تم‌ها و زیرتم‌ها مدل توسعه فناوری پیل سوختی (تطابق با کارکردها و زیرکارکردهای مدل پایه)

محقق ۸۹ رویداد شناسایی شده در نرم افزار *MAXQDA* را با کارکردها و زیرکارکردهای مدل پایه پژوهش تطابق داده و تمام این رویدادها در کارکردهای مدل پایه پژوهش قرار گرفتند. جدول ۳ دسته‌بندی رویدادهای شناسایی شده را در کارکردهای و زیرکارکردهای نظام نوآوری فناورانه نشان‌می‌دهد. موارد بیان شده در این جدول اشاره به برخی از رویدادهای مؤثر بر توسعه فناوری پیل سوختی در کشور دارد. در این میان، رویدادهایی نظیر تشکیل کمیته راهبری پیل سوختی، تدوین و تصویب سند راهبرد ملی توسعه این فناوری و .... که ناظر بر ایجاد زیرساخت‌های و نهادهای[1] لازم برای توسعه این فناوری می‌باشد از جمله مهم-ترین رویدادهای این حوزه می‌باشد. رویدادهایی که ناظر بر فعالیت‌های مشروعیت‌بخشی می-باشند نیز به عنوان رویداهای مؤثر بر توسعه فناوری شناخته می‌شوند. در روند توسعه فناوری پیل سوختی در کشور بیشتر به فعالیت‌هایی از جنس توسعه و انتشار دانش توجه شده است و متأسفانه اغلب این موارد نیز به مرحله تجاری‌سازی و بازار نرسیده‌اند. از اینرو در میان کارکردهای هفت گانه مدل توسعه فناوری پیل‌سوختی، کارکردهای توسعه دانش و انتشار دانش بدرستی عمل نموده و کارکردهای کارآفرینی و شکل‌دهی بازار بدرستی عمل ننموده‌اند.

[1] Institution

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- دسته بندی رویدادهای مؤثر بر توسعه فناوری پیل سوختی در کارکردهای و زیرکاکردهای مدل پایه پژوهش

کارکرد	زیر کارکرد	رویدادها
کارآفرینی	**شناساندن فرصت‌های موجود به کارآفرینان**	❖ برگزاری اولین دوره مسابقه خودروهای پیل سوختی
	شکل‌دهی شرکت‌های نوآور در عرصه تجاری‌سازی فناوری	❖ تاسیس شرکت دانش‌بنیان در شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان ❖ تاسیس اولین شرکت خصوصی جهت تجاری سازی فناوری پیل سوختی
	تبدیل نوآوری به محصول تجاری	❖ تولید نرم‌افزارهای طراحی و ساخت پیل های سوختی راهبردی و فناوری های کلیدی آن ها ❖ ساخت پیل سوختی چندسوخته با سوخت ایستا و تنفس طبیعی توسط شرکت دانش بنیان در اصفهان
توسعه دانش	**توسعه دانش طراحی و ساخت**	❖ تعریف طرحی با عنوان " تحقیق، توسعه و انتقال فناوری ساخت اجزای پیل سوختی در دمای پایین پلیمری با تکیه بر قابلیت های صنعت نفت کشور" در پژوهشگاه صنعت نفت ❖ طراحی، ساخت و بومی سازی سیستم و اجزای پیل های سوختی پلیمری ۵ و ۱۰ کیلووات در مرکز تحقیقات جهاد سازندگی اصفهان
	ساخت نمونه اولیه	❖ پروژه ی ساخت یک پیل سوختی با تکنولوژی *SPE* با ظرفیت ۱ کیلوواتی در سال های ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۲ ❖ پایلوت پروژه هیدروژن سوز کردن یک موتور خودرو تا سال ۱۳۷۸
	توسعه دانش غیرفنی	❖ انجام مطالعاتی در زمینه پایش فناوریهای نو در زمینه انرژی توسط دفتر انرژی¬های نو معاونت انرژی وزارت نیرو ❖ تدوین پروژه مطالعات «امکان‌سنجی- تحلیل جذابیت فناوری پیل سوختی و راهکارهای توسعه آن در کشور» از سوی کمیته راهبردی پیل سوختی

www.SID.ir

Archive of SID

انتشار دانش	**حفظ موجودی دانش**	ــــــــــــــــــــــــ
	بالا بردن آگاهی پیرامون فناوری	❖ نشست هم‌اندیشی دست‌اندرکاران فناوری پیل سوختی در دانشگاه شریف ❖ برگزاری هم اندیشی تخصصی «اقتصاد هیدروژنی و پیل سوختی: فرصت‌ها و چالش‌ها» برای نخستین بار در سطح ملی توسط کانون توسعه ی فناوری دانشگاه تربیت مدرس
	بهبود دسترسی به اطلاعات فناوری	❖ راه اندازی، پشتیبانی و به روز رسانی وب سایت کمیته راهبری هیدروژن و پیل سوختی
	بهبود انتقال دانش میان بازیگران	ــــــــــــــــــــــــ
	بهبود توزیع و به‌هنگام سازی دانش	❖ انتشار سری جدید نشریه هیدروژن و پیل سوختی با حمایت سازمان انرژی‌های نو ایران در سال ۱۳۸۵ ❖ چاپ ویژه نامه مقالات کنفرانسهای ملی هیدروژن و پیل سوختی در ژورنال های تخصصی هیدروژن و پیل سوختی
	بهبود بسترهای انتشار دانش و فناوری	ــــــــــــــــــــــــ
	ارتقاء ظرفیت نوآوری بنگاه‌ها	ــــــــــــــــــــــــ
جهت‌دهی به سیستم	**شکل‌گیری اجزای هدایت‌کننده سیستم**	ــــــــــــــــــــــــ
	هدایت تنظیمی	❖ تدوین سند راهبرد ملی توسعه فناوری پیل سوختی ❖ تدوین برنامه ی عملیاتی سند و ارایه به کمیته راهبردی پیل سوختی
	هدایت فرهنگی-شناختی	ــــــــــــــــــــــــ

www.SID.ir

Archive of SID

شکل‌دهی بازار	**فراهم آوردن بازار نوظهور (ایجاد قابلیت‌های فنی)**	❖ سفارش خرید ۲۰ سامانه پیل سوختی از طرف شرکت توانیر برای ۱۶ شرکت برق منطقه ای و چهار شرکت تابع در تهران ❖ تدوین استانداردهای لازم در حوزه پیل سوختی توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (استاندارد آی ای سی) ❖ خرید صد نمونه کیت آموزشی پیل سوختی و اهداء به مراکز آموزش و پرورش سراسر کشور
	فراهم آوردن بازار نوپا (ایجاد قابلیت‌های اقتصادی)	_____
	فراهم آوردن مرحله بازار انبوه (ایجاد قابلیت‌های بازار)	_____
تأمین و تسهیل منابع	**مدیریت منابع مالی**	❖ حمایت مالی سازمان انرژی های نو در توسعه فناوری پیل سوختی ❖ حمایت مالی ایران خودرو برای طراحی و توسعه خودروی پیل سوختی ❖ اختصاص ردیف بودجه برای فعالیت های پیل سوختی در کشور
	مدیریت منابع انسانی	❖ ایجاد جریانی از ورود متخصصان تحصیل کرده درخارج به ایران ❖ تعریف پایان نامه‌ها و تربیت نیروهای متخصص دانشگاهی در حوزه پیل سوختی ❖ حمایت از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری مرتبط با پیلهای سوختی راهبردی و فرآورش سوخت
	مدیریت منابع فیزیکی	_____

www.SID.ir

Archive of SID

مشروعیت بخشی	**مشروعیت‌بخشی در محیط صنعت**	❖ رایزنی و متقاعد نمودن ایران خودرو برای تعریف پروژه خودور پیل سوختی
	مشروعیت‌بخشی محیط سیاست‌گذاری	❖ تقدیم خودروی هیبرید پیل سوختی، پژوهشگران مرکز تحقیقات مهندسی اصفهان به رییس جمهور ❖ رایزنی محققان برگشته از خارج از کشور با دفتر همکاریها برای حمایت حوزه فناوری پیل سوختی در اواخر دهه ۷۰
	ایجاد مقبولیت اجتماعی	❖ تهیه و پخش برنامه های رادیو و تلویزیونی در حوزه پیل سوختی

۴-۳- تحلیل و ارائه کارکردهای جدید نظام توسعه فناوری پیل سوختی ایران

محقق پس از بررسی تطبیق و عدم تطبیق رویدادهای شناسایی شده برای توسعه فناوری پیل سوختی با کارکردهای مدل پایه پژوهش، و با توجه به نبود زیرساخت‌های لازم جهت توسعه این فناوری، کارکرد جدید شکل‌دهی عوامل ساختاری را به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مورد نیاز در توسعه این فناوری معرفی نموده است. رویدادهایی نظیر تشکیل کمیته راهبردی پیل سوختی در سال ۱۳۸۱، تشکیل ستاد توسعه فناوری انرژی‌های نو توسط معاونت علمی ریاست جمهوری در این کارکرد قرار دارند. از سوی دیگر محقق به دلیل اهمیت تأمین منابع مالی و انسانی، این دو مورد را در کارکرد تأمین و تسهیل منابع را به صورت مجزا ارائه نموده است. جدول ۴ کارکرد شکل‌دهی عوامل ساختاری را بهمراه برخی از رویدادهای مؤثر بر آن را نشان می‌دهد.

جدول ۴- ارائه کارکرد شکل‌دهی عوامل ساختاری با استفاده از نرم افزار *MAXQDA*

کارکرد	رویدادها
شکل‌دهی عوامل ساختاری	❖ تشکیل کمیته راهبردی پیل سوختی در سال ۱۳۸۱ ❖ تشکیل ستاد توسعه فناوری انرژی های نو توسط معاونت علمی ریاست جمهوری ❖ تأسیس مرکز توسعه فناوری پیل سوختی زیر نظر کمیته راهبری

www.SID.ir

Archive of SID

در نهایت کارکرد شکل‌دهی عوامل ساختاری در جلسات پنل خبرگی با حضور متخصصین حوزه پیل سوختی و مدیریت فناوری، ارائه و این کارکرد به عنوان کارکردی مجزا از کارکردهای مدل پایه پژوهش، مورد تأیید واقع نشد و با نظر خبرگان این حوزه، رویدادهای این کارکرد در ذیل کارکرد جهت‌دهی به سیستم (زیر کارکرد شکل‌گیری اجزای هدایت‌کننده سیستم) مطرح گردید که در جدول ۵ قابل مشاهده است.

جدول ۵- تلفیق رویدادهای شکل‌دهی عوامل ساختاری در کارکرد جهت‌دهی به سیستم

کارکرد	زیر کارکرد	رویدادها
جهت‌دهی به سیستم	شکل‌گیری اجزای هدایت‌کننده سیستم	❖ تشکیل کمیته راهبردی پیل سوختی در سال ۱۳۸۱ ❖ تشکیل ستاد توسعه فناوری انرژی های نو توسط معاونت علمی ریاست جمهوری ❖ تأسیس مرکز توسعه فناوری پیل سوختی زیر نظر کمیته راهبری
	هدایت تنظیمی	❖ تدوین سند راهبرد ملی توسعه فناوری پیل سوختی ❖ تدوین برنامه ی عملیاتی سند و ارایه به کمیته راهبردی پیل سوختی ❖ تصویب سند توسعه پیل سوختی و ابلاغ سند به وزارتخانه‌ها و سازمانهای ذینفع از طریق معاون اول رئیس جمهور

از سوی دیگر با توجه به اهمیت مدیریت منابع انسانی و مالی در روند توسعه فناوری پیل سوختی در ایران، تفکیک منابع مالی و انسانی به عنوان دو کارکرد مجزا به تأیید خبرگان این حوزه رسید و دو کارکرد با عناوین توسعه منابع انسانی و تأمین منابع مالی در مدل توسعه فناوری پیل سوختی قرار گرفت . این دو کارکرد و رویدادهای مربوط به آن در جدول ۶ قابل مشاهده می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- ارائه کارکردهای تأمین منابع مالی و توسعه منابع انسانی

کارکرد	رویدادها
تأمین منابع مالی	❖ حمایت مالی سازمان انرژی های نو در توسعه فناوری پیل سوختی ❖ حمایت مالی مرکز همکاری های فناوری و نوآوری در توسعه فناوری پیل سوختی ❖ حمایت مالی ایران خودرو برای طراحی و توسعه خودروی پیل سوختی ❖ اختصاص ردیف بودجه مستقل برای فعالیت های پیل سوختی در کشور ❖ تامین منابع مالی برای چاپ بولتن در زمینه هیدروژن و پیل سوختی
توسعه منابع انسانی	❖ تعریف پایان نامه‌ها و تربیت نیروهای متخصص دانشگاهی در حوزه پیل سوختی ❖ ایجاد جریانی از ورود متخصصان تحصیل کرده درخارج به ایران ❖ حمایت از پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری مرتبط با پیلهای سوختی راهبردی و فرآورش سوخت ❖ ایجاد رشته دانشگاهی در حوزه پیل سوختی در دانشگاه های کشور

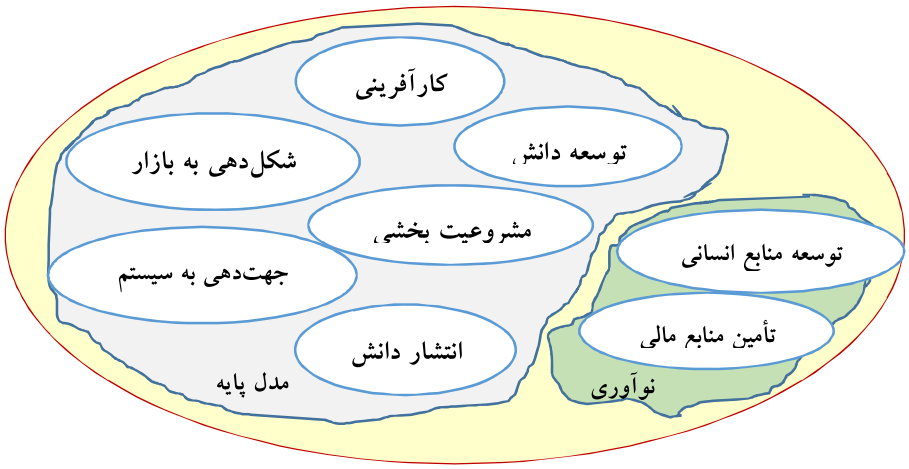
۵- تبیین کارکردهای نظام نوآوری فناوری پیل سوختی در ایران

جهت تبیین کارکردهای نظام نوآوری فناورانه پیل سوختی در ایران، ابتدا با جمع‌آوری داده‌های این حوزه از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان ، رویدادهای مؤثر در توسعه این فناوری شناسایی و سپس با تطبیق این رویدادها با کارکردهای مدل پایه پژوهش، مدل توسعه فناوری پیل سوختی تدوین و ارائه گردید. نکته قابل توجه در تحلیل مدل توسعه فناوری‌های نوظهور در ایران با استفاده از ادبیات نظام نوآوری فناورانه این موضوع می‌باشد که این موضوع نظام نوآوری فناورانه در کشورهای حوزه اسکاندیناوی توسعه داده شده است و پیش‌فرض‌ها و نیز داده‌های گردآوری شده برای ساخت اینگونه مدل‌ها متناسب با شرایط آن کشورها بوده است و لذا این مدل‌ها برای تطابق با کشورهایی نظیر ایران نیازمند تغییراتی می-باشد و از اینرو این مدل با توجه به شرایط داخلی و زیرساخت‌های موجود کشور، نیازمند اصلاحاتی می‌باشد. بنابراین محقق کارکرد شکل‌دهی عوامل ساختاری را به عنوان کارکرد جدید پیشنهاد و همچنین تسهیل و تأمین منابع را که به عنوان یکی از کارکردهای اصلی در مدل پایه تحقیق مطرح می‌باشد را به دو کارکرد توسعه منابع انسانی و تأمین منابع مالی تقسیم نموده است. در ادامه با توجه به جلسات پنل خبرگی کارکرد شکل‌دهی عوامل ساختاری در

www.SID.ir

Archive of SID

قالب یکی از زیرکارکردهای جهت‌دهی به سیستم مطرح گردید و تقسیم کارکرد تسهیل و تأمین منابع نیز مورد تأیید قرار گرفت. در نهایت مدل توسعه فناوری پیل سوختی در ایران دارای ۸ کارکرد اصلی می‌باشد که در شکل ۳ نمایش داده شده است. نکته‌ای که باید در تحلیل مدل توسعه فناوری پیل سوختی بدان اشاره نمود، ضعف در تحقق برخی از کارکردهای این مدل نظیر کارکرد کارآفرینی و شکل‌دهی به بازار می‌باشد و این به عنوان یکی از مهم‌ترین دلایل عدم توسعه این فناوری در کشور می‌باشد.



شکل ۳- کارکردهای پیشنهادی مدل توسعه فناوری پیل سوختی در ایران.

۶- نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

همانطور که پیشتر بیان گردید، توسعه فناوری‌های نوظهور در چارچوب یک سیستم فنی- اجتماعی منسجم به وقوع می‌پیوندد که در ادبیات به آن نظام نوآوری اطلاق می‌شود و یکی از انواع اینگونه نظام‌ها که تمرکز خود را بر روی شکل‌گیری و توسعه فناوری نوظهور قرار داده است، نظام نوآوری فناورانه می‌باشد. نظام نوآوری فناورانه نیز مانند هر سیستمی از ساختاری متشکل از تعدادی مؤلفه و روابط بین مؤلفه‌ها تشکیل شده است. این مؤلفه‌ها و روابط در حقیقت اجزاء ساختاری نظام نوآوری بشمار می‌روند و نقشی تعیین‌کننده در توسعه فناوری بازی می‌کنند. در واقع می‌توان بیان نمود که شکل‌گیری یک نظام نوآوری فناورانه برای توسعه‌ی یک فناوری ضروری می‌باشد. از اینرو سیاست‌گذاران باید تلاش نمایند تا بستری

www.SID.ir

Archive of SID

فراهم کنند تا مسیر شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه تسهیل گردد. لذا لازم است تا شناختی از عوامل اثرگذار بر فرآیند شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه بدست آید. در این پژوهش، محقق با جمع‌آوری داده‌های حوزه پیل سوختی از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان این حوزه، رویدادهای مؤثر در توسعه این فناوری را شناسایی و سپس با تطبیق این رویدادها با کارکردهای مدل پایه پژوهش، کارکردهای ۸ گانه نظام نوآوری فناوری پیل سوختی مشتمل بر کارآفرینی، توسعه دانش، انتشار دانش، جهت دهی به سیستم، شکل‌دهی به بازار، مشروعیت‌بخشی، تأمین منابع مالی، توسعه منابع انسانی را تبیین نموده است.

از سوی دیگر نظام نوآوری انرژی‌های تجدیدپذیر در بسیاری از کشورهای پیشرفته دارای محیطی متفاوت با فضای حاکم بر کشور ایران است، به بیان دیگر یا این کشورها از منابع فسیلی بی‌بهره هستند و یا در صورت دارا بودن، این منابع نقش محوری در اقتصاد این کشورها بازی نمی‌کند لذا مقاومت کمتری در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر دارند. در صورتیکه در کشورهای نفتی و در حال توسعه، وجود این منابع و وابستگی کشورها به درآمد نفتی به سد اصلی توسعه این فناوری‌ها تبدیل شده است و این عوامل بر روی عوامل کارکردی و ساختاری در این کشورها و در نتیجه بر روی شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر پیل سوختی تاثیرگذار است.

در این پژوهش، محقق کارکردهای مدل توسعه فناوری پیل سوختی در ایران را تبیین نموده است و در این مدل تأمین منابع مالی و توسعه منابع انسانی به صورت دو کارکرد مجزا از یکدیگر بیان شده است. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت در این مدل، ضعف در کارکردهایی نظیر کارآفرینی در جهت تجاری‌سازی فناوری، و عدم سیاست‌های لازم در جهت شکل‌دهی بازار برای این فناوری، می‌تواند ازجمله دلایل اصلی در عدم موفقیت توسعه این فناوری در کشور باشد. همانطور که در کارکرد شکل دهی بازار در مدل توسعه فناوری پیل سوختی قابل مشاهده است، از سه زیرکارکرد موجود در این کارکرد تنها زیرکارکرد فراهم آوردن بازار نوظهور (ایجاد قابلیت‌های فنی) فعال می‌باشد و این برای حمایت از این فناوری در بازار، مناسب نمی‌باشد. همانطور که پیشتر بیان گردید دلیل اصلی در عدم توسعه فناوری پیل سوختی در کشور، جایگزین بودن این فناوری برای سایر فناوری‌های موجود (سوخت‌های یارانه‌ای نظیر سوخت‌های فسیلی) می‌باشد و لذا این امر باعث وجود مقاومت‌هایی در جهت تحقق کارکردهای کارآفرینی و شکل‌دهی بازار برای توسعه این فناوری می‌باشد. در واقع عدم تداوم کارکردهای نظام نوآوری فناورانه پیل سوختی و هم‌افزائی پایین این کارکردها نیز باعث توسعه نیافتگی این فناوری شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

عدم شکل گیری نهادهای علمی و دانشگاهی، عدم وجود سیاست‌های محیط زیستی برای ترغیب استفاده از فناوری پیل سوختی نیز می‌تواند از جمله دلایل اصلی عدم موفقیت این فناوری در کشور و توسعه آن باشد. ایجاد تعاملات بین‌المللی ساختار یافته نیز می‌تواند یکی از راهبردهای توسعه این فناوری در کشور قرار گیرد که متأسفانه تاکنون در کشور فعالیت‌های سازمان یافته در این زمینه رخ نداده است.

۷- تحقیقات آتی

ماهیت پویای کارکردها از جمله مواردی است که در تحلیل نظام نوآوری فناورانه باید بدان توجه نمود. در واقع نظام نوآوری فناورانه از ماهیت درونی پویا و متغییر در طول زمان برخوردار می‌باشد. در ادبیات این حوزه نیز از این پویایی به موتورهای محرک نوآوری تعبیر شده است. به طور کلی دو دسته عامل وجود دارد که در شکل‌گیری و شکست نظام نواوری فناورانه تأثیرگذار خواهند بود. یکی از این دسته‌ها پویایی میان اجزای درونی سیستم است که غالبا از آن تحت عنوان موتورهای محرک نوآوری یاد می‌شود و دسته‌ی دوم عوامل اثرگذار خارجی است که بر این پویایی اثر می‌گذارد و موجب موفقیت و یا شکست آن می‌شوند. تمامی این موارد نظیر تحلیل پویایی کارکردهای نظام نوآوری فناوری پیل سوختی در ایران از جمله مواردی می‌باشند که می‌تواند در تحقیقات بعدی مورد توجه قرار گیرد.

منابع

الف) فارسی

۱- باقری مقدم، ناصر؛ (۱۳۹۱) "موتورهای محرک نوآوری، چارچوبی خلاقانه برای تحلیل پویایی نظام‌های نوآوری فناورانه"؛ مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.

۲- باقری مقدم، ناصر؛ (۱۳۹۱) "مدل نظام نوآوری فناورانه انرژی های تجدیدپذیر در ایران،مورد مطالعه پیل سوختی و باد؛ رساله دکتری رشته مدیریت فناوری، دانشگاه علامه طباطبائی.

ب) انگلیسی

3- A. Bergek, 2002. Shaping and Exploiting Technological Opportunities: The Case of Renewable Energy Technology in Sweden, in Department of Industrial Dynamics., Chalmers University of Technology: Go¨teborg, Sweden.

4- Breschi, S., Malerba, F., 1997. Sectoral innovation systems. Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations, Pinter Publishers, London.

5- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M., Rickne, A., 2002. Innovation systems: analytical and methodological issues. Res. Pol. 31, 233-245.

www.SID.ir

Archive of SID

6- Carlsson, B., Stankiewicz, R., 1995. On the nature, function andcomposition of technological systems. In: Carlsson, B. (Ed.),Technological Systems and Economic Performance: The Case ofFactory Automation. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp.21–56.
7- Cooke, P., Gomez Uranga, M., Etxebarria, G., 1997. Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. Res. Pol. 26, 475-491.
8- C. Edquist (Ed.), Systems of Innovation-Technologies, Institutions and Organizations, Pinter, London, 1997.
9- Edquist, C., 2005. Systems of innovation. The Oxford handbook of innovation, 181
10- Freeman, C., 1987. Technology policy and economic performance: lessons from Japan. London: Pinter.
11- Geels, F.W., 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. Research policy 31, 1257-1274.
12- Geels, F.W., 2004a. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. Res. Pol. 33, 897-920.
13- Geels, Schot, 2007, Typology of sociotechnical transition pathways, Research Policy
14- Geels, F.W., Schot, J., 2010. The dynamics of sociotechnical transitions – a sociotechnical perspective, in: Grin, J., Rotmans, J., Schot, J. (Eds.), Transitions to Sustainable Development. Routledge.
15- Hekkert et al., 2007, Functions of innovation systems A new approach for analysing technological change, Technological Forecasting and Social Change
16- Hekkert, M., Suurs, R.A.A., Negro, S., Kuhlmann, S., Smits, R.,2007. Functions of Innovation Systems: A new approach foranalysing technological change. Technological Forecasting andSocial Change 74 (4), 413–432.
17- Hillman et al., 2011, Fostering sustainable technologies a framework for analysing the governance of innovation systems, Science and Pub
18- S. Jacobsson, A. Bergek, Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology, Ind. Corp. Change 13 (5) (2004) 815–849.
19- S. Jacobsson, A. Johnson, The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research, Energy Policy 28 (9) (2000) 625–640.
20- Kline, S.J., Rosenberg, N., 1986. An overview of innovation. The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth 275, 305.
21- Liu, X., White, S., 2001. Comparing innovation systems: a framework and application to China's transitional context. Research Policy 30 (7), 1091–1114.
22- B.-A. Lundvall, National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, Pinter, London, 1992.
23- Malerba, F., 2002. Sectoral systems of innovation and production. Research Policy; 31: 247–264.
24- Markard, J., Truffer, B., 2008a. Actor-oriented analysis of innovation systems: exploring micro-meso level linkages in the case of stationary fuel cells. Technology Analysis & Strategic Management 20, 443 - 464.
25- Markard, J., Truffer, B., 2008b. Actor-oriented analysis of innovation systems: exploring microâ€“meso level linkages in the case of stationary fuel cells. Technology Analysis & Strategic Management 20, 443 - 464
26- Markard, Truffer, 2008, Technological innovation systems and the multi-level perspective Towards an integrated framework, Research Polic
27- Moallemi, E.A., Ahmadi, A., Afrazeh, A., Bagheri Moghaddam, N., 2012c. Understanding systemic analysis in the governance of sustainability transition in renewable energies: the case of fuel cell technology in Iran. Journal of Cleaner Production.
28- Mowery, D., Rosenberg, N., 1979. The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. Research Policy 8, 102-153.
29- Nelson, R.R., Winter, S.G., 1982. An Evolutionary Theory of Economic Change. Harvard University Press, Cambridge.
30- Simona O. Negro_, Marko P. Hekkert, Ruud E. Smits,Explaining the failure of the Dutch innovation system for biomass digestion—A functional analysis, Energy Policy 35 (2007) 925–938
31- R. Galli, M. Teubal, Paradigmatic shifts in national innovation systems, in: C. Edquist (Ed.), Systems of Innovation, Pinter, London, 1997.
32- Rothwell, R., Zegveld, W., 1985. Reindustrialization and technology. ME Sharpe.
33- Suurs, R.A.A., 2009. Motors of sustainable innovation: Towards a theory on the dynamics of technological innovation systems. Utrecht University, Nederlands.

www.SID.ir