Archive of SID

نشریه علمی - پژوهشی
مدیریت نوآوری
سال اول، شماره ۱ پائیـز ۱۳۹۱
صفحه ۴۰-۲۱

مدل‌سازی شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه در بخش زیست فناوری ایران با استفاده از مدل‌یابی معادلات ساختاری

مهدی محمدی[1*] - مهدی الیاسی[2] - محمد تقی تقوی فرد[3] -
حجت الله حاجی حسینی[4] - عطیه دلاور[5]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۴/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۷/۲۲

چکیده

با توجه به اهمیت روزافزون فناوری‌های نوظهور مانند نانوفناوری، زیست‌فناوری و فناوری اطلاعات و ارتباطات، در این تحقیق سعی شد نحوه شکل‌گیری و رشد بخش زیست‌فناوری ایران با استفاده از رویکرد کارکردی نظام نوآوری فناورانه، مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد. برای این منظور با بهره‌گیری از فن «نگاشت تاریخی داده‌ها»[1] و مصاحبه با برخی از فعالان بخش زیست فناوری و بررسی و تحلیل محتوای اسناد و فعالیت‌های انجام شده در آن، تحلیل کیفی بر نحوه شکل‌گیری تاریخی آن در کشور انجام شد. بر اساس نتایج این تحلیل و مبانی نظری تحقیق، مدل اولیه‌ای برای شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری در این بخش مشتمل بر ۱۵ فرضیه برای مسیر تاثیرگذاری کارکردها طراحی گردید. در ادامه، با انجام تحلیلی بر ۱۰۳ پرسش‌نامه جمع آوری شده از خبرگان بخش زیست فناوری، پس از آزمون سازه‌های مدل به روش تحلیل عاملی، مدل و مسیر تاثیرگذاری کارکردهای مختلف بر یکدیگر با کمک مدل‌یابی ساختاری استخراج شد.

نتایج این تحقیق نشان داد که نقش دولت در شکل‌گیری کارکردهای نهادینه‌سازی و قانونمندسازی، هدایت

۱*- عضو هیئت علمی دانشکده علوم و فنون دانشگاه تهران / **نویسنده عهده‌دار مکاتبات:** Mohammadi.mehdi@gmail.com
۲- عضو هیات علمی دانشگاه علامه طباطبایی
۳- عضو هیات علمی دانشگاه علامه طباطبایی
۴- عضو هیات علمی دانشگاه علامه طباطبایی
۵- کارشناس ارشد مدیریت تکنولوژی از دانشگاه علامه طباطبایی

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیقات و نوآوری، نقشی کلیدی بوده که باعث شکل‌گیری بقیه کارکردهای نظام نوآوری زیست فناوری در ایران شده است. البته وجود ظرفیت‌ها و پتانسیل‌های دانشی و بازاری اولیه، باعث شکل‌گیری دو مسیر تقویت طرف تقاضا و طرف عرضه شده است و لذا، این مسیر شکل‌گیری تحت عنوان «موتور شکل‌گیری حمایت دولت و ظرفیت‌های دانشی و بازاری» نام‌گذاری گردید.

واژگان کلیدی: نظام نوآوری فناورانه، فاز شکل‌گیری، بخش زیست‌فناوری، مدل معادلات ساختاری

۱- مقدمه

امروزه چارچوب نظام ملی نوآوری به عنوان یک ابزار مفهومی برای تحلیل و ارزیابی اقتصاد دانش بنیان[۲] در سطح ملی مورد استفاده قرار می‌گیرد، زیرا این چارچوب، تبیین کننده عناصر و ارتباطاتی است که منجر به خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش در سطح ملی می شوند [۲] [۱].

با توجه به روند تاثیرگذاری روزافزون فناوری‌های نوظهور در برنامه‌های توسعه کشورها و همچنین توجه ویژه سیاست‌گذاران کشور در زمینه توسعه این فناوری‌ها، توجه به ابعاد سیاست‌گذاری و توسعه آنها اهمیت ویژه‌ای یافته است. تشکیل ستادهای ملی توسعه فناوری‌های نوظهور از سوی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و تخصیص بودجه‌های کلان به حوزه‌های فناوری نوظهور از یک سو و تعیین برخی از فناوری‌های نوظهور مانند زیست‌فناوری به عنوان اولویت‌های ملی در نقشه جامع علمی کشور، زمینه‌های توسعه این فناوری‌های نوظهور را فراهم نموده است. در زمینه زیست فناوری نیز، اولین اقدامات اساسی از سوی دولت در اواسط دهه ۱۳۷۰ شکل گرفت که در طول این دوران با فراز و نشیب بسیار همراه بوده است.

تحقیق بر روی حوزه‌های نوظهور فناوری در ادبیات موضوع به چند دلیل، اهمیت دو چندان یافته‌اند:

۱- توجه روز افزون به مفهوم و ابعاد نظام نوآوری به ویژه در ابعاد منطقه‌ای، بخشی و فناورانه

۲- مطالعات اخیر در زمینه نحوه شکل‌گیری و توسعه حوزه های فناوری جدید با استفاده از رویکرد نظام نوآوری به ویژه در زمینه انرژی‌های نو، فناوری اطلاعات، ماشین‌سازی، فولاد، هواپیماسازی و ...

۳- روند سریع تغییرات فناوری و ظهور فناوری های جدید که لزوم شکل‌گیری و توسعه نظام‌های نوآوری نوظهور را دو چندان نموده است.

فناوری های نوظهور مانند نانو و زیست فناوری ، انرژی های نو و ... هم اکنون در توسعه علمی و فناورانه کشورها مسیر رو به رشدی را در پیش گرفته‌اند و نقش و جایگاه آنها در طول سال‌های اخیر، رشد بسیاری

www.SID.ir

Archive of SID

داشته است. بررسی روند تعداد مقالات و حق امتیازهای ثبت شده در این حوزه‌ها مؤید این موضوع است.

مجموعه این تلاش‌ها و چالش‌های پیش‌رو، باعث می‌شود که با نگاهی به وضعیت و جایگاه این نظام‌های نوآوری از منظر چرخه عمر آن‌ها و با تحلیل اجزا یا کارکردهای این نظام در فاز شکل‌گیری، بتوان مهم‌ترین موانع و محرک‌های موجود را شناسایی کرد و راه‌کارهایی برای آنها ارائه داد. در راستای شکل‌گیری هر چه بهتر این نظام‌ها، شناسایی و تمرکز بر موضوعات کلیدی آنها، از مسائلی است که باید مورد توجه ویژه قرار گیرد.

هدف اصلی این تحقیق، تبیین مدل شکل‌گیری نظام نوآوری نوظهور در بخش زیست فناوری ایران است. برای این منظور تلاش شد تا کارکردهای اصلی تاثیرگذار بر فاز شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه نوظهور در ایران شناسایی شود و مسیر و نحوه شکل‌گیری آنها تحلیل گردد.

در تحقیق حاضر پس از بررسی مبانی نظری و مدل‌های مرتبط با رویکرد کارکردی نظام نوآوری فناورانه و نحوه شکل‌گیری کارکردهای مختلف این نظام، یک مدل مفهومی اولیه از طریق مصاحبه با خبرگان آشنا با این بخش تدوین گردید. بر این اساس، ۷ کارکرد اصلی (ابعاد مدل) و مولفه‌های زیرمجموعه آن‌ها برای شکل‌گیری نظام نوآوری بخش زیست فناوری در ایران شناسایی شد. در ادامه، با بهره‌گیری همزمان از روش تحقیق کیفی و کمی، تلاش گردید مدل شکل‌گیری این بخش بر مبنای یک تحلیل تاریخی تبیین شود. برای این منظور ابتدا با بهره گیری از فن "نگاشت تاریخی داده ها[۳] "و مصاحبه با برخی از فعالان این بخش در کشور و بررسی و تحلیل محتوای اسناد و فعالیت‌های انجام شده در آن، یک تحلیل کیفی از مسیر شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه ارائه شد. بر اساس نتایج تحلیل کیفی و مبانی نظری تحقیق، ۱۵ مسیر تاثیرگذاری برای کارکردهای مختلف شناسایی گردید. در گام بعد با بهره‌گیری از نتایج پیمایش و پس از تایید سازه‌های مدل با استفاده از روش تحلیل عاملی تاییدی، مسیر و نحوه تاثیرگذاری کارکردهای مختلف بر یکدیگر با استفاده از مدل معادلات ساختاری ترسیم شد.

۲- بررسی مبانی نظری تحقیق

۲-۱- مفهوم نظام نوآوری فناورانه و رویکرد "کارکردی[۴]"

از اواخر دهه ۱۹۸۰ تا اوایل قرن بیست و یکم رویکردهای مختلفی در ارتباط با مفهوم نظام نوآوری توسعه داده شده‌اند [۳]. برخی از مهم ترین این دیدگاه‌ها و همچنین نظریه پردازان اصلی آنها عبارتند از: نظام ملی نوآوری [۶] [۵] [۴] [۲] ؛ نظام بخشی نوآوری [۹] [۸] [۷]؛ نظام منطقه ای نوآوری [۱۰] ؛ نظام فناورانه [۵]

www.SID.ir

Archive of SID

نوآوری [۱۲] [۱۱] ؛ نظام ملی یادگیری [۱۳].

این تحقیق سعی دارد با استفاده از رویکرد نظام‌های فناورانه اقدام به تحلیل نحوه شکل‌گیری و رشد بخش زیست فناوری به عنوان یک فناوری نوظهور در ایران نماید. نظام‌های فناورانه عبارتند از: "شبکه پویایی از بازیگران که در یک زمینه اقتصادی و صنعتی و تحت یک چارچوب نهادی خاص با یکدیگر در تعاملند و در خلق، انتشار و بهره‌برداری از فناوری درگیرند[۱۱]." این رویکرد مانند دیگر رویکردهای نظام نوآوری، بر شناخت سه بعد اساسی این نظام تاکید دارد که عبارتند از: شرکت‌ها و بازیگران؛ شبکه‌های میان آن‌ها؛ نهادهای تاثیرگذار [۱۷] [۱۶] [۱۵] [۱۴] [۱۱].

اما موضوع اساسی مرتبط با نظام نوآوری این است که عناصر تشکیل‌دهنده نظام نوآوری چه هستند و چگونه می‌توان آنها را مورد ارزیابی و تحلیل قرار داد. همان‌طور که ادکوئیست نیز عنوان می‌کند، یکی از راه‌های تحلیل و شناخت هر نظام نوآوری می‌تواند بررسی کارکردها یا فعالیت‌های آن باشد که در واقع مبتنی بر شناخت فرآیندهای اصلی نوآوری یعنی خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش است [۱۸]. حداقل سه دلیل برای استفاده از رویکرد کارکردی در تحلیل نظام نوآوری وجود دارد: اول اینکه، این رویکرد امکانی فراهم می‌کند تا بتوان عملکرد نظام‌های نوآوری مختلف که دارای ساختار نهادی مختلفی هستند را با یکدیگر مقایسه کرد؛ دوم اینکه، رویکرد کارکردی این امکان را فراهم می‌کند تا بتوان روش نظام‌مندی برای ترسیم و تحلیل ابعاد نوآوری به کار گرفت که توان تحلیلی نظام نوآوری را افزایش می‌دهد؛ سوم اینکه، رویکرد کارکردی این قابلیت را دارد که مجموعه روشنی از اهداف سیاستی و همچنین ابزارهای سیاستی لازم برای تحقق این اهداف را ارائه کند [۱۹]. با توجه به دلایل فوق و همچنین با توجه به اینکه در ادبیات موضوع برای تحلیل نظام‌های نوآوری نوظهور از رویکرد کارکردی به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته [۳۶] [۳۵] [۳۴] [۳۳] [۳۲] [۳۱] [۳۰] [۲۹] [۲۸] [۲۷] [۲۶] [۲۵] [۲۴] [۲۳] [۲۲] [۲۱] [۲۰] [۱۹] [۱۸] [۱۷] [۱۶] [۱۵] [۱۴]، در این تحقیق نیز از رویکرد کارکردی استفاده شده است.

یکه دسته از این مطالعات، مطالعات جاکوبسون و برگک و همکارانشان در رابطه با نحوه شکل‌گیری و تحول در نظام‌های نوآوری فناورانه انرژی‌های نو، سلول‌های خورشیدی در آلمان، پرورش ماهی در شیلی، ماشین‌سازی در کره‌جنوبی، فولاد و هواپیماسازی در برزیل، انرژی‌های بیولوژیک و خدمات IT در خانه در فاصله سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ که از رویکردهای کارکردی با درنظر گرفتن ۵ و ۷ بعد کلیدی برای مطالعه این نظام‌ها استفاده کرده‌اند[۳۸] [۳۷] [۲۸] [۲۷] [۲۳] [۲۲] [۲۱] [۱۷] [۱۶] [۱۵] [۱۴]. جاکوبسون و برگک

www.SID.ir

Archive of SID

در فاصله سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸، چارچوبی مبتنی بر ۷ کارکرد اصلی برای نظام نوآوری فناورانه نوظهور ارائه داده‌اند که کارکردها عبارتند از: ۱. توسعه و انتشار دانش؛ ۲. تاثیرگذاری بر مسیر تحقیقات و نوآوری؛ ۳. فعالیت‌های کارآفرینانه؛ ۴. شکل‌گیری بازار؛ ۵. قانون‌مندشدن و نهادینه‌سازی؛ ۶. تامین و تخصیص منابع؛ ۷. شکل‌گیری صرفه‌های بیرونی مثبت. در این رویکرد، یک مدل تحلیلی برای نظام نوآوری ارائه شده است که مولفه‌های کلیدی هر کارکرد را روشن می‌کند [۱۷] [۱۶].

دسته دوم این مطالعات، تحقیقات هکرت، نگرو و همکارانشان در رابطه با نحوه شکل‌گیری و تحول در نظام‌های نوآوری فناورانه در بخش انرژی در کشورهای هلند، نروژ و آلمان و ... در فاصله سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹ است که از رویکرد کارکردی با درنظر گرفتن ۷ بعد کلیدی برای مطالعه این نظام‌ها استفاده کرده‌اند [۳۶] [۳۵] [۳۴] [۳۳] [۳۲] [۳۱] [۳۰] [۲۹] [۲۰] [۱۹]. این رویکرد شباهت‌های زیادی به رویکرد برگک و کارلسون دارد و به ویژه در تحلیل نحوه شکل‌گیری و گسترش فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های نو و تجدیدپذیر بسیار مورد استفاده قرار گرفته است. این رویکرد، مولفه‌های کلیدی شکل‌گیری نظام نوآوری نوظهور را در کارکردهای ۷ گانه زیر می‌بینند:

۱. فعالیت‌های کارآفرینانه؛ ۲. توسعه دانش؛ ۳. انتشار دانش از طریق شبکه‌ها؛ ۴. هدایت تحقیقات؛ ۵. شکل‌گیری بازار؛ ۶. تامین و تخصیص منابع؛ ۷. قانون‌مندسازی، نهادینه‌سازی و خنثی کردن مقاومت‌ها [۲۰] [۱۹].

۲-۲- مدل های تاثیرگذاری کارکردها بر یکدیگر در نظام نوآوری فناورانه

موضوع مهمی که در رویکرد کارکردی نظام نوآوری فناورانه باید مورد توجه قرار گیرد، این است که کارکردها بر یکدیگر تاثیر می‌گذارند و شکل‌گیری هر کارکرد می‌تواند منجر به شکل‌گیری کارکردهای دیگر شود. بنابراین، در مسیر شکل‌گیری یک نظام نوآوری فناورانه، کارکردهای مختلف نظام بر یکدیگر تاثیر می‌گذارند و دارای روابط مثبت و منفی بسیار زیادی هستند [۲۰] [۱۹]. بنابراین، این تاثیرات می‌تواند منجر به شکل‌گیری چرخه‌های مثبت و منفی مختلفی گردد که مسیر توسعه یک نظام نوآوری فناورانه را از طریق فرآیند تخریب خلاقانه در یک سیستم نوظهور شکل می‌دهند [۳۹]. سوروس (۲۰۰۹) در کتابی تحت عنوان «موتورهای نوآوری پایدار» که منتج از پایان نامه دکترای اوست، با بررسی نحوه شکل‌گیری چند نظام نوآوری فناورانه نوظهور در حوزه انرژی های نو و تجدیدپذیر، ۴ نوع موتور محرک شکل‌گیری نظام‌های نوآوری نوظهور را ارائه

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کند که نشان‌دهنده تقدم و تأخر شکل‌گیری کارکردهای مختلف و نحوه تاثیرگذاری آنها بر یکدیگر در طول زمان است. این ۴ موتور یا مسیر شکل‌گیری عبارتند از:

۱- موتور فشار علم و فناوری: این مسیر معمولا با کارکرد هدایت تحقیقات در ابتدا و سپس شکل‌گیری کارکرد تامین منابع و در ادامه کارکردهای توسعه دانش و انتشار دانش شکل می گیرد و در نهایت منجر به شکل‌گیری کارکرد فعالیت کارآفرینانه نیز می شود؛

۲- موتور کارآفرینی: این مسیر تاریخی، بر اساس شکل‌گیری کارکرد کارآفرینی در ابتدا و سپس مبتنی بر دیگر کارکردها شکل می‌گیرد.

۳- موتور ساخت سیستم: در این مسیر کلیه کارکردهای نظام نوآوری فناورانه شکل می‌گیرند و می‌توان گفت که یک سیستم کامل نوآوری ساخته می‌شود. این موتور معمولا ترکیبی از موتورهای فشار علم و فناوری و کارآفرینی است؛

۴- موتور بازار: این موتور در ابتدا با ایجاد یک بازار نسبتا مناسب از طریق ساختارهای نهادی حمایتی شروع می‌شود [۳۶].

سوروس بر اساس تحلیل موتورهای ۴ گانه فوق در ۶ نظام نوآوری فناورانه نوظهور در حوزه انرژی‌های نو، مسیر شکل‌گیری موتورهای مختلف را ترسیم نموده است. این تحلیل نشان می‌دهد که در مراحل ابتدایی موتورهای فشار علم و فناوری و کارآفرینی به عنوان مهم‌ترین عوامل شکل‌گیری نظام‌های نوآوری نوظهور بوده‌اند ولی در طول زمان موتورهای ساخت سیستم و بازار در شکل‌گیری قوی‌تر و سازمان یافته‌تر نظام‌های نوآوری نوظهور نقش بیشتری ایفا نموده‌اند.

آلکمید و همکارانش (۲۰۰۷) با تحلیل نظام نوآوری فناورانه نوظهور انرژی بادی، نحوه شکل‌گیری و تاثیرگذاری کارکردهای مختلف را در ۵ دوره تاریخی در فاصله سال‌های ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۳ مورد تحلیل قرار داده‌اند[۴۰]. این تحلیل نشان می‌دهد اهمیت و تاثیرگذاری کارکردهای مختلف در دوره‌های زمانی مختلف می‌تواند متفاوت باشد، به صورتی که در فازهای اولیه شکل‌گیری یک نظام نوآوری، کارکرد هدایت تحقیقات بسیار مهم است ولی به تدریج اهمیت خود را از دست می‌دهد و کارکردهایی مانند فعالیت‌های کارآفرینانه، شکل‌گیری بازار، تامین منابع و خلق دانش اهمیت می‌یابند [۴۰].

در تحقیق دیگری که آلفین و همکاران (۲۰۰۹) بر روی نظام نوآوری فناورانه جذب و نگهداری CO_2 انجام داده‌اند، این نظام نوآوری نوظهور در ۴ دوره تاریخی در فاصله سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۸ مورد تحلیل قرار گرفته

www.SID.ir

Archive of SID

است [۳۳] [۳۴]. بر اساس نتایج مطالعات آن‌ها، در دوره‌های اول تا سوم شکل‌گیری این نظام نوآوری، نقش و اهمیت کارکرد هدایت تحقیقات بسیار مهم بوده، ولی به تدریج کارکرد نهادینه‌سازی و شکل‌گیری لابی‌ها اهمیت یافته است. در نهایت در دوره آخر، همه کارکردها دارای اهمیت شده و بر یکدیگر تاثیرات متقابل داشته‌اند. بر اساس مطالعه آن‌ها، کارکرد کارآفرینی نقشی کلیدی و هسته ای در شکل‌گیری نظام نوآوری دارد.

۳- استخراج مدل مفهومی تحقیق (کارکردها و فعالیت های نظام نوآوری فناورانه)

در تحقیق حاضر، ابتدا ابعاد و مولفه‌های استخراج شده از مبانی نظری تحقیق از طریق مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته با ۵ نفر از خبرگان دانشگاهی و فعالان آشنا با مفهوم نظام نوآوری و بخش زیست فناوری کشور که دارای سابقه دانشگاهی و اجرایی قابل قبولی بودند، اصلاح و سپس این ابعاد و مولفه‌ها با استفاده از پرسشنامه‌ای که از ۳۲ نفر از خبرگان دریافت شد، نهایی گردید. این خبرگان از میان فعالان عرصه‌های سیاست‌گذاری، تحقیقاتی و دانشگاهی و صنعت به صورت هدفمند انتخاب شدند. بر این اساس، ابعاد ۷ گانه مدل که همان کارکردهای نظام نوآوری فناورانه نوظهور می باشند، مورد تایید قرار گرفتند، ولی تغییراتی در مولفه‌ها و شاخص‌های مدل ایجاد شد که منجر به حذف یا ترکیب برخی از آنها گردید. این ابعاد (کارکردها) ۷ گانه و مولفه‌های (فعالیت ها) آنها در جدول (۱) نشان داده شده‌اند.

۴- تحلیل مسیر شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه بخش زیست فناوری در ایران

مسیر تاریخی، نحوه شکل‌گیری هر کدام از کارکردها و فعالیت‌های نظام نوآوری بخش زیست فناوری با استفاده از روش نگاشت داده‌های تاریخی در جدول پیوست (۱) نشان داده شده‌اند. این جدول دربرگیرنده ۳۹ فعالیت کلیدی است که در مسیر شکل‌گیری این بخش تاثیرگذار بوده و از تحلیل اسناد و مطالعات موجود و مصاحبه با ۵ نفر از خبرگان بخش استخراج شده است.

تحلیل مسیر تاریخی شکل‌گیری بخش زیست فناوری در ایران، نشان‌دهنده وجود دو دوره تاریخی است که به علت وجود گسست میان این دو دوره تاریخی، بخشی از فعالیت‌ها و اقدامات یک دوره تاریخی، در دوره دوم تاریخی شکل‌گیری و رشد زیست فناوری تکرار شده‌اند و عملا اثرات و فعالیت‌های دوره اول به علت گسست و عدم پیگیری سیاست‌ها و تغییرات مدیریتی و سیاستی این حوزه، دچار اختلال شده است.

دوره اول تاریخی شکل‌گیری زیست فناوری در ایران، به شدت تحت تاثیر وجود یک بازار حاشیه‌ای تدوین

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱) ابعاد و مولفه های مدل مفهومی

کارکردها	مولفه ها
کارکرد ۱) خلق و توسعه دانش (C)	میزان تولید دانش (C1) ([۲۶] [۲۵] [۲۴] [۲۱] [۲۰] [۱۹] [۱۸] [۱۷] [۱۶]) نوع دانش توسعه یافته (C2) ([۱۷] [۱۶]) نحوه توسعه دانش (C3) ([۱۷] [۱۶])
کارکرد ۲) انتشار دانش و شکل‌گیری صرفه‌های بیرونی مثبت (D)	میزان تخصصی‌شدن زنجیره ارزش و شکل‌گیری تقسیم کار (D1) ([۱۷] [۱۶]) میزان تنوع تخصص های موردنیاز و وجود بازار کار گسترده (D2) ([۱۷] [۱۶]) تعداد و اندازه شبکه‌ها و خوشه‌های صنعتی یا تحقیقاتی (D3) ([۱۷] [۱۶]) تعداد کنفرانس، همایش‌ها و کارگاه‌های تخصصی (D4) ([۲۶] [۲۵] [۲۴] [۲۱] [۲۰] [۱۹] [۱۸] [۱۷] [۱۶]) میزان تعاملات بین المللی در زمینه های صنعتی یا تحقیقاتی (D5) ([۲۶] [۲۵] [۱۸]) میزان همکاری های تحقیقاتی و فناوری میان دانشگاه ها، مراکز پژوهشی و صنعت (D6) ([۲۶] [۲۵] [۲۴] [۲۱] [۲۰] [۱۹] [۱۸] [۱۷] [۱۶])
کارکرد ۳) هدایت و جهت دهی تحقیقات و نوآوری (G)	روندها و چشم‌اندازهای رشد بالقوه و رویکرد جوامع علمی و تخصصی به فناوری (G1) ([۱۹] [۱۷] [۱۶]) اولویت‌ها و سیاست‌های تعیین‌شده (G2) ([۲۶] [۲۵] [۲۴] [۲۱] [۲۰] [۱۹] [۱۸] [۱۷] [۱۶]) وضعیت کسب‌وکارهای موجود و مکمل (G3) ([۱۷] [۱۶])
کارکرد ۴) فعالیت های کارآفرینانه (E)	ورود شرکت‌های زایشی، نوپا و کارآفرین خصوصی (E1) ([۲۶] [۲۵] [۲۴] [۲۱] [۲۰] [۱۹] [۱۸] [۱۷] [۱۶]) ورود شرکت‌هایی که در کسب و کار دیگری فعال بوده اند و مبتنی بر استراتژی متنوع‌سازی به این حوزه ورود کرده اند (E2) ([۱۹] [۱۷] [۱۶]) نقش کارآفرینی های دولتی در این حوزه (E3) تعداد و میزان موفقیت آمیز بودن تجارب بکارگیری این فناوری در کشور (E4) ([۱۹] [۱۷] [۱۶]) تنوع تجارب بکارگیری فناوری در محصولات مختلف و تنوع حوزه‌های فعالیت شرکت‌های فعال در این حوزه (E5) ([۱۷] [۱۶])
کارکرد ۵) شکل‌گیری بازار (M)	گستردگی بازار (M1) ([۱۹] [۱۷] [۱۶]) مشوق‌ها و مکانیزم‌های نهادی شکل‌گیری بازار (M2) ([۱۹] [۱۷] [۱۶]) نوع مشتریان و رفتار خرید آن‌ها (M3) ([۱۷] [۱۶])
کارکرد ۶) تامین و تخصیص منابع (R)	پرورش و در دسترس‌بودن منابع انسانی مورد نیاز (R1) ([۲۶] [۲۵] [۲۴] [۲۱] [۲۰] [۱۹] [۱۸] [۱۷] [۱۶]) تامین منابع مالی تحقیقات و نوآوری (R2) ([۲۶] [۲۵] [۲۴] [۲۱] [۲۰] [۱۹] [۱۸] [۱۷] [۱۶]) وجود سرمایه‌های مکمل (R3) ([۱۷] [۱۶])
کارکرد ۷) نهادینه سازی و قانون مندسازی (I)	طراحی نهادها و قانون مند نمودن فناوری (I1) ([۱۷] [۱۶]) شکل‌گیری لابی های قدرت و تشکل های حمایتی (I2) ([۱۹] [۱۷] [۱۶]) فعالیت های ترویجی (I3) ([۱۷] [۱۶])

بالقوه و توانمندی‌های دانشی پایه بالقوه در بخش‌های کشاورزی، پزشکی و داروسازی بوده که بیش از یک قرن وجود داشته است. البته این زمینه‌های بالقوه، با شکل‌گیری کارکردهای نهادینه‌سازی و قانون‌مندسازی و هدایت تحقیقات و نوآوری امکان بروز یافته است. از مهمترین فعالیت‌ها در این زمینه، به طور ویژه می‌توان به تدوین

www.SID.ir

Archive of SID

سند ملی زیست فناوری و تشکیل شورای عالی زیست فناوری در اواخر دهه ۷۰ و اوایل دهه ۸۰ اشاره نمود که با تخصیص و تامین منابع مورد نیاز برای این بخش، آنرا تقویت کرده‌اند. به همین سبب است که کم‌کم رشد کارکردهایی مانند خلق، توسعه و انتشار دانش و شکل‌گیری صرفه‌های بیرونی مثبت و حتی فعالیت‌های کارآفرینی را می‌توان در اواسط دهه ۸۰ مشاهده کرد. پس از آن، با کم‌رنگ شدن نقش شورای عالی و عدم پیاده‌سازی سند ملی زیست فناوری، تقریبا یک دوره رکود در زمینه نهادسازی و خلق و تجاری‌سازی دانش مشاهده می‌شود. در این دوره صرفا فعالیت‌هایی به صورت گسسته از سوی برخی از مراکز تحقیقاتی دولتی و نیمه دولتی در بخش‌های کشاورزی، پزشکی و داروسازی و همچنین در پژوهشکده رویان انجام شده که می‌توان گفت مهم‌ترین خروجی‌های این بخش در اواسط دهه ۸۰ بوده است.

پس از این دوره رکود، به نظر می‌رسد در اواخر دهه ۸۰، به ویژه با شکل‌گیری ستاد ویژه توسعه زیست فناوری، دوره دوم تاریخی شکل‌گیری بخش زیست فناوری در ایران شکل گرفته است. بر این اساس، مشاهده می‌شود که چرخه جدیدی با شکل‌گیری مجدد کارکردهای I، G و R در ابتدا و سپس کارکردهای C، D، M و E در حال شکل‌گیری و تقویت است. با توجه به ظرفیت‌های دانشی پایه و بازار بالقوه بزرگ برای این حوزه، در صورت تداوم و استحکام و یکپارچگی سیاست‌های این حوزه، می‌توان امید داشت که شرایط برای توسعه بخش زیست فناوری فراهم باشد.

جمع بندی نگاشت تاریخی داده‌ها نشان می‌دهد که توالی شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری بخش زیست فناوری در ایران از یک سیر منطقی به صورت جدول (۲) پیروی می‌کند.

جدول (۲) توالی شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری بخش زیست فناوری در ایران

ردیف	کارکردها	زمان شکل‌گیری				
		تا دهه ۷۰	ابتدای دهه ۸۰			انتهای دهه ۸۰
	نهادینه سازی و قانون مندسازی (I)					
	هدایت تحقیقات و نوآوری (G)					
	تامین و تخصیص منابع (R)					
	خلق و توسعه دانش (C)					
	انتشار دانش و شکل‌گیری صرف های بیرونی مثبت (D)					
	شکل‌گیری بازار (M)					
	فعالیت های کارآفرینانه (E)					

www.SID.ir

Archive of SID

۵- تجزیه و تحلیل مدل شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری بخش زیست فناوری مبتنی بر پیمایش

۵-۱- روش جمع آوری داده‌ها و تعیین جامعه و نمونه آماری تحقیق

در اولین مرحله، پرسش‌نامه‌ای بر اساس کارکردها و مولفه‌های ارائه شده در مدل مفهومی تحقیق، تدوین گردید. پرسش‌نامه نهایی به منظور دستیابی به داده‌های موردنیاز برای آزمون مدل و تحلیل مسیر تاثیرگذاری کارکردهای نظام نوآوری زیست فناوری در ایران مورد استفاده قرار گرفت. در پرسشنامه تهیه شده، ۶۳ پرسش برای سنجش وضعیت کارکردهای ۷ گانه نظام نوآوری گنجانده شد. به منظور تحقق روایی صوری یا محتوایی، پرسشنامه به تایید خبرگان این زمینه رسانده شد. برای سنجش پایایی، ضریب آلفای کرومباخ برای ۳۲ پرسش نامه تکمیل شده، محاسبه گردید. مقدار این ضریب برای کل پرسش‌نامه برابر با ۰/۹۵۵ بدست آمد که نشان دهنده پایایی بالای پرسشنامه است. ضمنا ضریب آلفا برای همه ابعاد و مولفه‌های مدل، نیز بیشتر از ۰/۷ بود.

جامعه آماری این تحقیق، کلیه خبرگان فعال در بخش زیست فناوری (مدیران و کارآفرینان، پژوهشگران و اساتید، سیاست گذاران و مدیران بخش های دولتی) با حداقل مدرک کارشناسی ارشد و دارای حداقل ۳ سال سابقه‌کاری مرتبط با بخش هستند. پس از تعریف عملیاتی خبرگان جامعه آماری تحقیق، به منظور تعیین میزان نمونه آماری لازم بود 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. با پیگیری‌های انجام شده از طریق ستاد زیست فناوری کشور، یک بانک اطلاعاتی از فعالان این حوزه به دست آمد. پس از بررسی بانک اطلاعاتی و تطبیق آن با ویژگی‌های جامعه آماری، تعداد افراد واجد شرایط، حدود ۴۶۸ نفر برآورد گردید. برای تعیین اندازه نمونه از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای نسبی استفاده شد. با در نظر گرفتن آلفای ۰/۰۵، خطای مجاز ۰/۱ و واریانس متغیر مورد مطالعه بر حسب اجرای اوّلیه ۰/۲۹۴، تعداد نمونه برابر با ۹۱ نمونه محاسبه گردید. در نمونه گیری انجام شده برای این تحقیق، ۱۰۳ پرسشنامه قابل قبول جمع آوری شد.

بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده و با بهره‌گیری از تحلیل عاملی تاییدی، ابعاد و مولفه‌های مدل تایید شدند. بـرای بررسی روایی سازه‌ای ابزار تحقیق و برازش الگوی اندازه گیری، از تحلیل عاملی تأییدی بـا استفاده از نـرم افزار لیزرل و روش Maximum Likelihood استفاده شد.

۵-۲- مدل شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه بخش زیست فناوری با استفاده از مدل

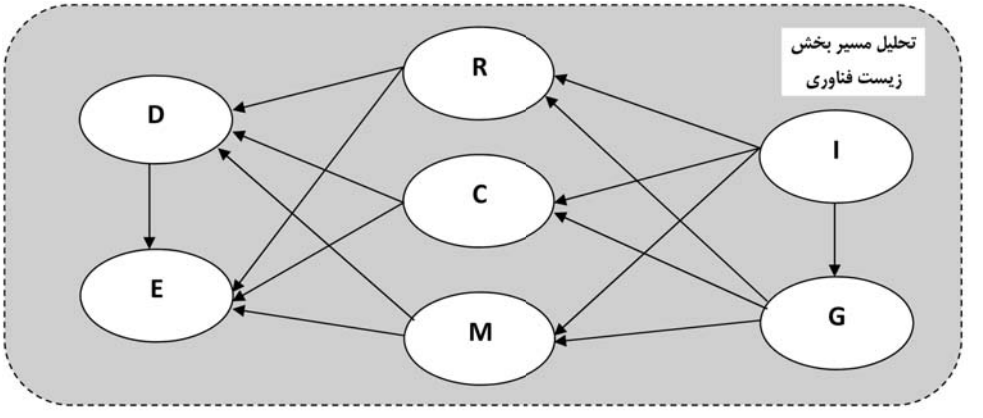
www.SID.ir

Archive of SID

معادلات ساختاری

با توجه به ادبیات موضوع و تحلیل کیفی انجام شده بر روی فرآیند شکل‌گیری کارکردهای مختلف نظام نوآوری (در بخش چهارم مقاله حاضر)، مجموعه‌ای از فرضیه‌ها در زمینه شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری زیست فناوری در ایران و نحوه تاثیرگذاری این کارکردها بر یکدیگر قابل ارائه است. این فرضیه‌ها بر اساس مدل مفهومی ارائه شده در شکل (۱) نشان دهنده ۱۵ مسیر بالقوه تاثیرگذاری کارکردها بر یکدیگر می‌باشند.

پس از اجرای مدل معادلات ساختاری با استفاده از نرم افزار لیزرل، فقط ۶ فرضیه از مسیرهای تاثیرگذاری



شکل (۱) مسیرهای شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه بخش زیست فناوری در مدل مفهومی (قبل از آزمون فرضیه ها با استفاده از مدل معادلات ساختاری)

فوق، مورد تایید قرار گرفت. نتیجه نهایی مدل معادلات ساختاری در شکل (۲) نشان داده شده و نتایج تحلیل مدل معادلات ساختاری برای فرضیه های تایید شده، در جدول (۳) آمده است. لازم به ذکر است که مسیرهایی که آزمون معناداری برای آنها کمتر از ۱/۹۶ بود بر اساس فرضیات مدل معادلات ساختاری با احتمال ۹۵٪ رد شدند و از مدل نهایی حذف گردیدند.

شاخص‌های برازش مدل نهایی معادلات ساختاری نیز نشان دهنده برازش مناسب مدل نهایی است (جدول (۴)).

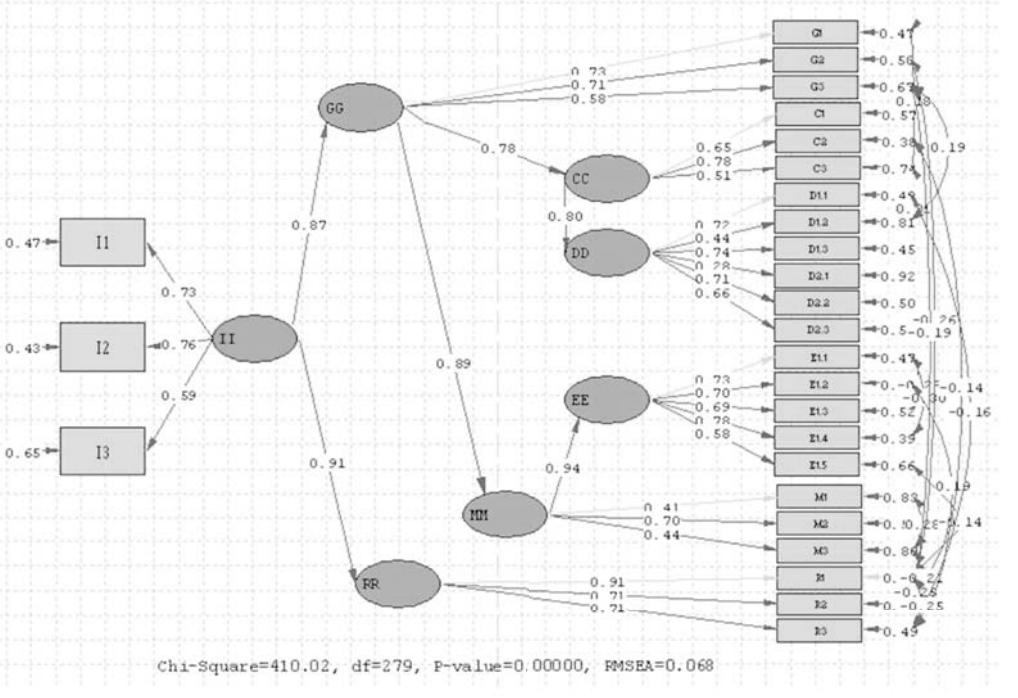
بر اساس مدل نهایی معادلات ساختاری، به صورت عملی سه مسیر کلیدی در شکل‌گیری نظام نوآوری زیست فناوری قابل ردیابی است:

www.SID.ir

Archive of SID

مسیر اول به ترتیب به صورت تاثیر کارکرد I بر G، G بر C و در نهایت تاثیرC بر D است. در واقع این مسیر نشان دهنده نحوه شکل‌گیری فعالیت‌های مرتبط با خلق، توسعه و انتشار دانش است و به طور عمده به نحوه تقویت بخش‌های دانشگاهی و تحقیقاتی از سوی دولت بر می‌گردد.

مسیر دوم به ترتیب به صورت تاثیر کارکرد I بر G و G بر M و در نهایت تاثیر M بر E است. در واقع این مسیر نشان‌دهنده نحوه شکل‌گیری فعالیت‌های مرتبط با شکل‌گیری بازار و کارآفرینی است و به طور عمده به



شکل (۲) مدل نهایی معادلات ساختاری مسیر شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری بخش زیست فناوری در ایران

نحوه تقویت طرف تقاضا و بخش صنعت از سوی دولت بر می‌گردد.

مسیر سوم با تاثیر کارکرد I بر R تکمیل می‌شود و در واقع نشان‌دهنده مسیر تامین و تخصیص منابع از طریق نهادینه‌سازی دولت است.

در بخش بعد، تحلیل‌های حاصل از شکل‌گیری این مسیرهای سه گانه تبیین و نتایج حاصل از مطالعات

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۳) نتایج مسیرهای شکل‌گیری تایید شده با استفاده از مدل معادلات ساختاری

شماره فرضیه	رابطه	β	R^2	T
۱	کارکرد "نهادینه سازی و قانونمندسازی (I)" منجر به شکل‌گیری کارکرد "تامین و تخصیص منابع (R)" می‌شود.	۰،۸۲	۰،۷۴	۱۰،۴۲
۲	کارکرد "نهادینه سازی و قانونمندسازی (I)" منجر به شکل‌گیری کارکرد "هدایت تحقیقات و نوآوری (G)" می‌شود.	۰،۸۷	۰،۷۵	۷،۲۸
۳	کارکرد "هدایت تحقیقات و نوآوری (G)" منجر به شکل‌گیری کارکرد "خلق و توسعه دانش (C)" می‌شود.	۰،۷۸	۰،۶	۵،۴۱
۴	کارکرد "هدایت تحقیقات و نوآوری (G)" منجر به شکل‌گیری کارکرد "شکل‌گیری بازار (M)" می‌شود.	۰،۷۹	۰،۸۴	۳،۸۸
۵	کارکرد "خلق و توسعه دانش (C)" منجر به شکل‌گیری کارکرد "انتشار دانش و شکل‌گیری صرفه های بیرونی (D)" می‌شود.	۰،۸	۰،۶۴	۵،۱۷
۶	کارکرد "شکل‌گیری بازار (M)" منجر به شکل‌گیری کارکرد "فعالیت های کارآفرینانه (E)" می‌شود.	۰،۹۴	۰،۸۹	۳،۸۹

جدول (۴) شاخص های برازش مدل نهایی تاثیرگذاری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه بخش زیست فناوری در ایران

$\chi 2/ df$	RMSEA	CFI	NFI	NNFI
۱،۴۷	۰،۰۶۸	۰،۹۵	۰،۹	۰،۹۵

کیفی و کمی ارائه شده است

۶- جمع بندی و نتیجه گیری

در این تحقیق، مدل شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری بخش زیست‌فناوری در ایران استخراج شد.. برای به دست آمدن این مدل، ابتدا مفاهیم و مدل های موجود استخراج گردید و سپس بر پایه یک تحلیل کیفی و مبتنی بر روش نگاشت تاریخی داده‌ها، مسیرهای بالقوه تاثیرگذاری کارکردها بر یکدیگر استخراج شد. در ادامه، بر اساس یک تحقیق کمی و پیمایشی، مسیرهای اصلی تاثیرگذاری کارکردهای نظام نوآوری بخش زیست‌فناوری استخراج گردید.

به طور کلی، ۶ رابطه تاثیرگذاری میان کارکردهای نظام نوآوری فناورانه این بخش مشخص شد که در ۳ مسیر تاثیرگذاری نمایان گردید. بر اساس مدل نهایی بدست آمده، رابطه معناداری میان سه مسیر در شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری زیست فناوری مشاهده نشد. به عبارت دیگر، فعالیت‌های مرتبط با تقویت طرف عرضه در مسیر اول با فعالیت‌های مرتبط با تقویت طرف تقاضا در مسیر دوم ارتباط معناداری ندارند و این نشان‌دهنده این موضوع است که با وجود شکل‌گیری کارکردهای مرتبط با طرف تقاضا و طرف عرضه در این نظام، دولت هنوز نتوانسته است که رابطه معنادار و مناسبی میان این دو بخش ایجاد کند.

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس، تحلیل های کیفی و کمی انجام شده در این تحقیق، به راحتی می‌توان دریافت که نقش دولت در شکل‌گیری کارکردهای نهادینه‌سازی و قانون‌مندسازی و هدایت تحقیقات و نوآوری، نقشی کلیدی بوده و باعث شکل‌گیری بقیه کارکردهای نظام نوآوری زیست فناوری در ایران شده است. البته در این بخش، وجود ظرفیت‌ها و پتانسیل‌های دانشی و بازاری اولیه، باعث شکل‌گیری دو مسیر تقویت طرف تقاضا و طرف عرضه گردیده است. بر این اساس، پژوهشگران این تحقیق، این مسیر شکل‌گیری را تحت عنوان «موتور شکل‌گیری حمایت دولت و ظرفیت‌های دانشی و بازاری» نام‌گذاری نمودند.

در مسیر شکل‌گیری بخش زیست فناوری در ایران باید به یک نکته کلیدی توجه داشت؛ با اینکه ظرفیت‌های دانشی و بازاری بالقوه‌ای در این بخش وجود داشته است و اکنون نیز وجود دارد، اما به علت نبود یک رویکرد یکپارچه در زمینه فعالیت‌ها و مسیر شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری، مسیر شکل‌گیری این بخش همواره با مشکلاتی روبرو بوده است. یکی از مهم‌ترین دلایل این موضوع می تواند عدم وجود ثبات مدیریتی و همچنین عدم وجود یک نهاد متولی قدرتمند و با ثبات باشد که باعث شده است، سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه این بخش به صورت هدفمند دنبال نشود و از یکپارچگی لازم در طول زمان برخوردار نباشد.

به هر حال بررسی مسیر شکل‌گیری کارکردهای نظام‌های‌نوآوری این بخش، نشان می‌دهد که به علت وجود شکست‌های بازاری در این حوزه نوظهور، مطمئنا بدون وجود نقش فعال دولت، نمی‌توان زمینه‌های ظهور و شکل‌گیری این بخش را فراهم نمود. البته وجود شرایط و زمینه‌های بازاری و دانشی در این حوزه فناوری می‌تواند تقویت کننده فعالیت‌های دولت باشد و زمینه را برای توسعه سریع‌تر این بخش فراهم نماید. علاوه بر این، در زمینه ایجاد تعاملات میان بخش‌های عرضه و تقاضا ضعف‌های اساسی وجود دارد که مسیر شکل‌گیری این بخش نوظهور را دچار اختلال کرده است. بنابراین، تدوین سیاست‌ها و زمینه‌های نهادی لازم برای ایجاد تعاملات میان عرضه و تقاضا از نکات کلیدی شکل‌گیری و تقویت اینگونه بخش‌های فناوری نوظهور می‌باشد.

۷- منابع:

1- OECD, *"Managing National Innovation Systems"* France: OECD Publications service , 1999.

2- Edquist, c. Hommen, l." Systems of innovation: theory and Policy for the demand Side" Technology in Society, 21, pp.63-79, 1999.

3- Lundvall, B-Å. "National innovation systems - analytical concept and development tool"

www.SID.ir

Archive of SID

DRUID Tenth Anniversary Summer Conference, Copenhagen, 2005.

4- Lundvall, B-Å. (ed.), "National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning", London: Pinter Publishers, 1992.

5- Freeman, C. *"Technology policy and economic performance: Lessons from Japan"* London: Pinter Publishers, 1987.

6- Nelson, R. R. "National Systems of Innovation: A comparative Study" New York: Oxford University Press, 1993.

7- Breschi, S. and Malerba, F. *"Sectoral innovation systems"* Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations, London: Pinter Publishers, 1997.

8- Malerba, F. "Sectoral systems of innovation and production" Research Policy ,31, pp.247–264, 2002.

9- Malerba, F. *"Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe"*, Cambridge University Press, 2004.

10- Cooke, P."Regional Innovation Systems: Competitive Regulation in the New Europe", Geoforum, 23(3), pp. 365-382, 1992.

11- Carlsson, B. and Stankievicz, R. "On the Nature, Function, and Composition of Technological Systems" Journal of Evolutionary Economics, 1(2), pp.93-118, 1991.

12- Carlsson, B. "Technological Systems and Economic Performance" The Handbook of Industrial Innovation, Northampton: Edward Elgar publishing Inc, 1994.

13- Viotti, E.B."National Learning Systems: A new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea" Technological Forecasting & Social Change, 69, pp 653–680, 2002.

14- Bergek, A., Jacobsson, S., Hekkert, M. *"Functions in innovation systems: a framework for analysing energy system dynamics and identifying goals for system-building activities by entrepreneurs and policy makers"* Innovations for a Low Carbon Economy: Economic, Institutional and Management Approaches. Cheltenham: Edward Elgar, 2007.

15- Bergek, A. Jacobsson, S. Hekkert, M. Smith, K. *"Functionality of innovation systems as a rationale for, and guide to innovation policy"* Innovation Policy, Theory and Practice. An International Handbook, Edward Elgar publishing Inc, 2007.

www.SID.ir

Archive of SID

16- Bergek, A. Jacobsson, S. Carlsson, B. Lindmark, S. Rickne, A. "Analyzing the dynamics and functionality of sectoral innovation systems" DRUID Tenth Anniversary Summer Conference, Copenhagen, 2005.

17- Bergek et al."Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis" research policy, 37, pp. 407–429, 2008.

18- Edquist, C. "Systems of innovation: perspectives and challenges" The Oxford Handbook of Innovation, Oxford : Oxford University Press, 2004.

19- Hekkert, M.P et al. "Functions of innovation systems: A new approach for analyzing technological change" Technological Forecasting & Social Change, 74, pp.413–432, 2007.

20- Hekkert, M.P. Negro, S. "Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims" Technological Forecasting & Social Change, 76, pp.584–594, 2009.

21- Johnson, A. "Functions in innovation system approaches" Unpublished Working Paper, Department of Industrial Dynamics, Chalmers University of Technology, 1998.

22- Johnson, A.*" Functions in innovation system approaches"* Nelson and Winter Conference, Denmark: Aalborg, 2001.

23- Carlsson, B. & Jacobsson, S. "Dynamics of Innovation Systems – Policy-Making in a Complex and Non-Deterministic World" International Workshop of Functions in Innovation Systems, Netherlands: University of Utrechtthe, 2004.

24- Ørstavik,F. Svein O.N. "Institutional mapping of the Norwegian national system of innovation" Economics paper, STEP group, 1997.

25- Liu, X. White, S. "Comparing innovation systems: a framework and application to China›s transitional context" Res. Policy, 30(7), pp. 1091–1114, 2001.

26- Edquist, C. Hommen, L. *"Comparing national systems of innovation in Asia and Europe: theory and comparative framework"* Small Country Innovation Systems: Globalization, Change and Policy in Asia and Europe, Edward Elgar Publishing Inc, 2008.

27- Bergek, A. "Shaping and Exploiting Technological Opportunities: The Case of Renewable Energy Technology in Sweden" Thesis for the degree of doctor of philosophy, Department of Industrial Dynamics, Chalmers university of technology, Sweden, 2002.

www.SID.ir

Archive of SID

28- Bergek, A. and Jacobsson, S. " The Emergence of a Growth Industry: A Comparative Analysis of the German, Dutch and Swedish Wind Turbine Industries" Change, Transformation and Development, Physica/ Springer, pp. 197-228, 2003.

29- Negro, S. Hekkert, M.P, "Stimulating renewable energy technologies by innovation policy" Science and Public Policy, 35(6), pages 403–416, 2008.

30- Negro, S. Hekkert, M.P. "The bumpy road of biomass gasification in the Netherlands: Explaining the rise and fall of an emerging innovation system" Technological Forecasting & Social Change,75, 2008.

31- Suurs, R.A. Hekkert, M.P. "Cumulative causation in the formation of a technological innovation system: The case of biofuels in the Netherlands" Technological Forecasting & Social Change, 76, 2009.

32- Suurs, R.A. Hekkert, M.P. "Competition between first and second generation technologies: Lessons from the formation of a biofuels innovation system in the Netherlands" Energy, 34, 2009.

33- Alphen, K.V. Hekkert, M. "The performance of the Norwegian carbon dioxide, capture and storage innovation system" Energy Policy, 37(1), pp.43–55, 2009.

34- Alphen, K.V. Hekkert, M.P. "Comparing the development and deployment of carbon capture an storage technologies in Norway, the Netherlands, Australia, Canada and the United States– An innovation system perspective" Energy Procedia, 1(1), pp. 4591–4599, 2009.

35- Negro, S.O. Hekkert, M.P. Smits, R.E. "Explaining the failure of the Dutch innovation system for biomass digestion — a functional analysis" Energy Policy, 35, pp. 925–938, 2007.

36- Suurs, R.A.A. "Motors of sustainable innovation: Towards a theory on the dynamics of technological innovation systems" GeoMedia, Faculty of Geosciences, Utrecht University, 2009.

37- Bergek, A. and Jacobsson, S. "Transforming the Energy Sector: The Evolution of Technological Systems in Renewable Energy Technology" industrial and corporate change, 13(5), 2004.

38- Jacobsson, S. "The emergence and troubled growth of a 'biopower' innovation system in Sweden" Energy Policy , 36(4), pp.1491–1508, 2008.

39- Johnson, A. Jacobsson, S. *"Inducement and blocking mechanisms in the development of a new industry: the case of renewable energy technology in Sweden"* Technology and the Market: Demand, Users and Innovation, Cheltenham: Edward Elgarpublishing Inc, 2001.

www.SID.ir

Archive of SID

40- Alkemade, F. Kleinschmidt, C. and Hekkert, M.”Analysing emerging innovation systems: a functions approach to foresight” Int. J. Foresight and Innovation Policy, 3) 2(, pp.139–168, 2007.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول پیوست ۱

ردیف	فعالیت انجام شده / رویداد اتفاق افتاده	کد کارکرد و مولفه مرتبط (بر اساس مدل مفهومی)	زمان شکل‌گیری			
			تا دهه ۷۰	ابتدای دهه ۸۰		انتهای دهه ۸۰
	وجود پایه های تحقیقاتی و دانشی زیست فناوری از حدود یک قرن پیش در انستیتو پاستور و موسسه تحقیقات و واکسن سازی رازی	G1, C2	G, C			
	وجود بازار بالقوه و توانمندی های تحقیقاتی بالقوه برای حوزه زیست فناوری در بخش های پزشکی، داروسازی و کشاورزی	G3, C2, M1	G, C, M			
	تاسیس پژوهشکده زیست فناوری سازمان پژوهش های علمی و صنعتی	I1, C2, R3	I, C, R			
	تاسیس مرکز ملی تحقیقات مهندسی ژنتیک و فناوری زیستی	I1, C2, R3	I, C, R			
	تشکیل کمیسیون بیوفناوری در شورای پژوهش‌های علمی کشور در سال ۷۵	I2	I			
	طراحی و تصویب پروژه "تدوین برنامه ملی بیوفناوری" با گروه‌های کاری تخصصی مربوطه در فاصله ۷۶ تا ۷۸	I2, G2	I, G			
	تشکیل کمیته ملی بیوفناوری و کمیته ملی زیست ایمنی در زیر مجموعه وزارت علوم در سال ۷۹	I2	I			
	در اوایل ۱۳۸۰ کمیته ملی زیست فناوری پروژه "تدوین استراتژی ملّی بیوتکنولوژی" را با ایجاد زیرکمیته‌هایی آغاز نمود	I2, G2		I, G		
	سند ملّی زیست‌فنّاوری به پیشنهاد و تصویب کمیته ملّی زیست‌فنّاوری در تاریخ ۸۳/۲/۱۶ به تصویب هیأت دولت رسید و نهایتاً در تاریخ ۸۴/۲/۱۹ به وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری ابلاغ شد	G2		G		
	تشکیل شورای عالی زیست فناوری در سال ۱۳۸۳	I2		I		
	تشکیل کمیته های ویژه توسعه زیست فناوری در وزارت خانه های بهداشت و کشاورزی و دیگر وزارتخانه ها	I2		I		
	راه اندازی پژوهشکده های ویژه زیست فناوری در وزارت خانه های بهداشت و کشاورزی و جهاد دانشگاهی	I1, C2, R3		I, C, R		
	فعالیت های گسترده پژوهشکده رویان و برخی دیگر از پژوهشکده ها در زمینه تولید و تجاری سازی دانش زیست فناوری	C, E		C, E		
	شکل‌گیری و رشد مراکز رشد و پارک های فناوری در کشور	R3		R		
	رشد دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی فعال در حوزه نانوفناوری	D1 و R3, R1			R D,	
	رشد شرکت های فعال در حوزه نانو	E1 و D1			E D,	
	ابلاغ سند "راهبردهای زیست فناوری" مصوبه جلسه ۶۱۵ مورخ ۱۳۸۶/۹/۹ توسط شورای عالی انقلاب فرهنگی	I2, G2			I, G	
	تشکیل شبکه ملی آزمایشگاه های زیست فناوری کشور در سال ۸۶	I1 و R3 و D1			R, I D,	
	راه اندازی و توسعه بانک ژنی و سلولی کشور	I1 و R3 و D1			R, I D,	
	توسعه رشته های تخصصی آموزش عالی زیست فناوری در سطوح کارشناسی ارشد و دکتری	D1 و R3, R1			R, I D,	
	توسعه همایش ها، سمینارها و کارگاه های آموزشی مرتبط با زیست فناوری در کشور	D2 و G1			G D,	
	رشد مقالات مرتبط با زیست فناوری	C1			C	

www.SID.ir

Archive of SID

	رشد پاتنت های ثبت شده بین المللی	C1					C
	تشکیل ستاد راهبردی ویژه زیست فناوری	I2					I
	تخصیص اعتبارات ویژه به ستاد زیست فناوری	R2					R
	تشکیل کانون تفکر ستاد توسعه زیست فناوری کشور در سال ۸۷	G2 و I2					I, G
	راه اندازی پایگاه اطلاعاتی و سایت اینترنتی ستاد توسعه زیست فناوری کشور در سال ۸۸	I3, D					I, D
	برگزاری نمایشگاه دوسالانه دستاوردهای زیست فناوری کشور از سال ۸۸	I3, D					I, D
	انتشار نشریه ماهانه ستاد زیست فناوری کشور از سال ۸۸	I3, D					I, D
	به روزرسانی سند ملی زیست فناوری و تهیه ویرایش اول آن	G2					G
	تشکیل کمیته های راهبردی ۶ گانه در ستاد زیست فناوری به منظور تهیه آیین نامه های اجرایی سند زیست فناوری	G2 و I2					I, G
	حمایت از حضور در همایش ها و نمایشگاه های بین المللی از سوی ستاد	G2, M2					G, M
	تهیه انیمیشن آموزشی و کیت آموزشی زیست فناوری برای رده های سنی کودکان به منظور ترویج زیست فناوری	I3					I
	افزایش تجاری سازی پروژه های ملی حوزه زیست فناوری توسط ستاد زیست فناوری، و برخی از وزارتخانه های مرتبط	E, M3					E, M
	حمایت مالی از شرکت های دانش بنیان زیست فناوری از سوی ستاد	G2 و M2					G, M
	راه اندازی پارک زیست فناوری پاستور (تغییر نام یافته به بوعلی سینا)	R3					R
	راه اندازی مرکز ملی ذخایر زیستی و ژنتیکی ایران در جهاد دانشگاهی	I1 و R3 و D1					R, I D,
	شروع پروژه توانمندسازی اتاق اطلاع رسانی ایمنی زیستی با همکاری نهادهای بین المللی مرتبط	D5					D
	تدوین نقشه جامعه علمی کشور و تاکید و تثبیت زیست فناوری به عنوان یک حوزه اولویت دار ملی	G2 و I2					I, G

1- Historical data mapping
2- Knowledge-based economy
3- Historical data mapping
4- Functional
5- Technological systems

www.SID.ir