

### چکیده

بسیاری از پژوهشگران و سیاستگذاران برای درک ساختار فعلی و مسیر پویایی سیستم‌های نوآوری، مطالعات تجربی ارزشمندی انجام داده‌اند. با این وجود سیاستگذاران اغلب در استخراج رهنمودهای عملی از این پژوهش‌ها با مشکل مواجه می‌شوند. در این مقاله ما تحقیق قبلی خود را به‌وسیله روشی کاربردی و برای استفاده بهتر سیاستگذاران در قالب طرحی عملیاتی تحلیل کرده‌ایم. این طرح بر مبنای یافته‌های قبلی و تجربه‌های کسب‌شده در زمینه توسعه و کاربست ایده‌های عملیاتی شکل گرفته است. سیاستگذاران می‌توانند از این طرح برای تشخیص مسائل کلیدی و تعیین اهداف سیاستگذاری استفاده کنند.

مقاله حاضر را شاید بتوان تنها اثری دانست که با رویکردی نظام‌مند به‌گونه‌ای به موضوع نظام نوآوری پرداخته است که بتوان از آن در تدوین سیاست نوآوری استفاده کرد. این مقاله ابتدا با نامی مشابه در سال ۲۰۰۵ در همایش DRUID Summer ارائه شد. در همان سال برخی از مترجمان و همکاران، از رویکرد این مقاله در تحلیل صنعت مخابرات ایران استفاده کردند. مقاله حاصل از این تحلیل<sup>۱</sup> به همراه برخی انتقادهای اولیه به این رویکرد در سال ۲۰۰۵ در همایش Globelics ارائه شد و نقدهای مطرح‌شده به این مدل وارد دانسته شد. مقاله حاضر ترجمه و تخلص نسخه نهایی این مدل است که در سال ۲۰۰۸ در مجله research policy منتشر شد.

واژگان کلیدی: سیستم‌های نوآوری، پویایی، تحلیل کارکردی، سیاستگذاری.....

## بررسی پویایی نظام‌های نوآوری فناورانه در عمل

آنا برگک<sup>۱</sup>

استافان جاکوبسون<sup>۲</sup>

بو کارلسون<sup>۳</sup>

سون لیندمارک<sup>۴</sup>

آنیکا ریکن<sup>۵</sup>

مترجم: قادر شادیوند

کارشناس معاونت برنامه‌ریزی وزارت نفت

## مقدمه

امروزه بسیاری از صاحب‌نظران عرصه نوآوری و فناوری، رویکرد شکست بازار را به‌عنوان مبنای فعالیت سیاست‌گذاری به‌طور کامل رد کرده‌اند. (مانند مالربا<sup>۱</sup>، ۱۹۹۶؛ متکالف<sup>۲</sup>، ۱۹۹۲؛ ۲۰۰۴، اسمیت؛ ۲۰۰۰) همان‌طور که در پژوهش‌های پیشین بارها عنوان شد، این رویکرد ناقص و ناکافی است. رویکرد سیستمی به نوآوری‌ها، در اغلب موارد گزینه مناسبی برای جایگزینی رویکرد شکست بازار محسوب می‌شود. مفهوم «سیستم نوآوری» علاوه بر این که مورد استقبال گروه وسیعی از محققین دانشگاهی علاقه‌مند به فرایندهای متضمن نوآوری، تحول صنعتی و رشد اقتصادی قرار گرفته است، توانسته پذیرش سازمان‌ها و نهادهای ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی (مانند OECD، اتحادیه اروپا و UNIDO) را هم با خود همراه کند.

بسیاری از محققین و تحلیل‌گران سیاست‌گذاری در راستای تحلیل و درک ساختار موجود، پویایی و عملکرد سیستم‌های نوآوری به‌صورت عملی مطالعاتی را انجام داده‌اند. با این وجود، مطالعات انجام‌شده (مانند ادکویست<sup>۳</sup>، ۲۰۰۴؛ لیو و وایت<sup>۴</sup>، ۲۰۰۱)، به عدم امکان مقایسه بین این مطالعات و ناهماهنگی مفهومی در ادبیات «سیستم نوآوری» اذعان دارند. از این‌رو، اغلب رویکرد سیستم نوآوری به لحاظ فراهم نیوردن راهبردهای عملی برای سیاست‌گذاران، مورد انتقاد قرار می‌گیرد. (Edquist, 2004; Klein Woolthuis, 2005) حل این مشکل به یک چارچوب تحلیلی عملی مفید نیازمند است که شرایط ارزیابی عملکرد سیستم و عوامل مؤثر بر آن را فراهم آورد.

این مقاله سعی دارد با ارائه طرحی تحلیلی، ضمن بررسی موارد فوق، محققین و سیاست‌گذاران را در تفسیر سیستم‌های نوآوری جهت تعیین موارد کلیدی و ارائه اهداف، یاری دهد. به‌طور کلی، طرح مورد نظر از ۲ مرحله تشکیل شده است. در مرحله نخست، یک رویکرد مرحله‌ای نظام‌مند برای تحلیل سیستم‌های نوآوری، ارزیابی و تحلیل عملکرد و تشخیص موارد کلیدی سیاستی، شرح داده می‌شود. در مرحله دوم که اهمیت بیشتری هم دارد، چارچوبی ارائه می‌شود که کنترل ویژگی‌های ساختاری و پویایی‌های یک سیستم نوآوری را در دست می‌گیرد و پویایی‌های برخی فرایندهای اصلی را که در اینجا «کارکردها» نامیده می‌شوند، تحت سلطه خود درمی‌آورد. این امر بر توسعه، انتشار، استفاده از فناوری‌های نوین و در نهایت عملکرد سیستم‌های نوآوری، تأثیر مستقیمی دارد.

در بخش دوم، جایگاه مقاله در مطالعات سیستم نوآوری و نحوه توسعه رویکرد کارکردی سیستم‌های نوآوری ارائه می‌شود. در بخش سوم، خلاصه‌ای از طرح تحلیلی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش چهارم نیز پس از نتیجه‌گیری، پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی ارائه شده است.

## جایگاه و توسعه رویکرد تحلیلی نظام نوآوری به‌عنوان یک مفهوم تحلیلی

تعریف عمومی سیستم (نظام) عبارت است از مجموعه‌ای از اجزا که دستیابی به یک هدف را مهیا می‌سازند یا به عبارت دیگر، در مسیر دستیابی به هدف یا اهدافی خاص با هم مشارکت می‌کنند. اجزای یک سیستم نوآوری،

بازیگران<sup>۱۱</sup>، شبکه‌ها<sup>۱۲</sup> و نهادها<sup>۱۳</sup> هستند (Carlsson and Stankiewicz, 1991) که در زمینه کارکردهای کلی یعنی توسعه، انتشار و به‌کارگیری فرایندها و محصولات جدید (خدمات و کالاها) با یکدیگر مشارکت می‌کنند. (Bergek, 2002; Carlsson and Stankiewicz, 1995; Galli and Teubal, 1997)

هرچند ممکن است مفهوم سیستم به فعالیت‌های هماهنگ و مرتبط با هم اطلاق شود، اما یک سیستم نوآوری در ابتدا تنها یک ساختار تحلیلی است. مانند ابزاری که برای توضیح و درک بهتر عملکرد و پویایی‌های سیستم به کار برده می‌شود. این موضوع نشان می‌دهد که نیازی به وجود سیستم به‌طور کمال و تمام نیست بلکه یک سیستم می‌تواند با یک رابطه بسیار ضعیف بین اجزا نیز شکل گیرد. علاوه بر این، حتی در یک سیستم نوآوری خیلی پیشرفته نیز اثر متقابل بین اجزا ممکن است غیرعمدی و بدون برنامه‌ریزی باشد.

استفاده از مفهوم کارکردهای کلی به این معنا نیست که همه بازیگران یک سیستم برای مهیا کردن آن کارکرد خاص یا در ارتباط مستقیم با آن کارکرد فعالیت می‌کنند. بازیگران یک سیستم لزوماً هدف مشترکی ندارند و اگر بتوانیم برای آن‌ها هدف مشترکی نیز قائل شویم، آن‌ها مجبور به همکاری آگاهانه برای رسیدن به آن هدف نیستند. در واقع تعارض و تنش اجزاء، قسمتی از پویایی سیستم‌های نوآوری است. به‌روشنی می‌توان گفت، یک بازیگر خاص اجزا یک سیستم را رهبری نمی‌کند.

برخی از مفاهیم مختلف سیستم‌های نوآوری عبارتند از: نظام ملی نوآوری (فریمن<sup>۱۴</sup>، ۱۹۸۷، لوندوال<sup>۱۵</sup>، ۱۹۹۲a، نلسون<sup>۱۶</sup>، ۱۹۹۲)، نظام نوآوری منطقه‌ای (اشایم و ایزاکسن<sup>۱۷</sup>، ۱۹۹۲؛ کوک<sup>۱۸</sup> و همکاران، ۱۹۹۷)، نظام‌های بخشی نوآوری و تولید (برسکی<sup>۱۹</sup> و مالربا، ۱۹۹۷؛ مالربا، ۲۰۰۲) و نظام‌های فناورانه (کارلسون و سنتکیویچ، ۱۹۹۱). همچنین مفاهیم سیستم‌های اجتماعی فناورانه مشابهی نیز وجود دارد. در این مقاله بر سیستم‌های نوآوری فناورانه<sup>۲۰</sup>، یعنی سیستم‌های اجتماعی فناورانه معطوف به توسعه، انتشار و استفاده از یک فناوری خاص (برحسب دانش، محصول یا هر دو)، تمرکز می‌شود. (Bergek et al., 2007a)

سیستم‌های نوآوری فناورانه (TIS) تنها شامل اجزای اختصاصی تشکیل‌دهنده فناوری مورد توجه نبوده بلکه همه مؤلفه‌هایی را دربرمی‌گیرند که جریان نوآوری آن فناوری خاص را تحت تأثیر قرار داده‌اند. یک TIS ممکن است به‌صورت زیرسیستم یک سیستم بخشی باشد مانند وقتی که تمرکز ما بر یکی از محصولات بخش یا دانش مخصوص یک بخش است، همچنین می‌تواند دربرگیرنده چند بخش باشد مانند وقتی که تمرکز ما بر دانشی است که چند بخش مختلف از آن استفاده می‌کنند، مثل فناوری میکروویو. (Holm'en and Jacobsson, 2000)

TISها ممکن است بعد جغرافیایی هم داشته باشد اما معمولاً ماهیتی بین‌المللی دارند.

### رویکردهای گذشته نظام نوآوری به سیاست نوآوری

موضوع اصلی در ادبیات سیستمی در مورد سیاست آن است که همان‌طور که ماهیت بازیگران و یا بازارها می‌تواند مانع شکل‌گیری TIS شود، شبکه‌ها و سازمان‌ها نیز می‌توانند چنین مانعی ایجاد کنند. (Carlsson and Jacobsson, 1997; Edquist, 1999; Malerba, 1996; Metcalfe, 2004; Rotmans et al. 2001; Unruh, 2000)

در نتیجه، این ضعف‌ها در ساختار سیستم می‌تواند به شکست سیستم منجر شود. یعنی سیستم به‌درستی نمی‌تواند توسعه یابد و به‌روز شود.

بیشتر مطالعاتی که شکست سیستم نوآوری را مورد بحث قرار داده‌اند، بر ضعف‌های مشاهده‌شده در ترکیب ساختاری سیستم تمرکز می‌کنند. برای مثال ۴ نوع شکست سیستمی که کلاین و وولتویس<sup>۲۱</sup> (۲۰۰۵) مورد بررسی قرار دادند در ارتباط با ترکیب‌های ساختاری سیستم هستند. این شکست‌ها عبارتند از: شکست‌های زیرساختی (در ارتباط با بازیگران و محصولات)، شکست‌های سازمانی (در ارتباط با سازمان‌ها و نهادها)، شکست‌های تعاملاتی (در ارتباط با شبکه‌ها) و شکست قابلیت‌ها (در ارتباط با بازیگران). با این وجود، ارزیابی خوب یا بد بودن ساختار اصلی یا ترکیب اجزا بدون در نظر گرفتن تأثیر آن در فرایند نوآوری، بسیار دشوار است. برای مثال چگونه می‌توان به قدرت یا ضعف یک بازیگر خاص شبکه بدون تعیین تأثیر آن بر فرایند نوآوری و زیرشاخه‌های اصلی این فرایند پی برد؟ بنابراین، توصیه می‌شود برای تعیین موضوعات سیاستی اصلی در یک سیستم نوآوری خاص، بر ساختار و فرایند

به‌طور همزمان تمرکز شود. در این مقاله ۷ فرایند کلیدی (کارکرد) که تأثیر مستقیمی بر توسعه، انتشار و به‌کارگیری فناوری‌های جدید دارند، به اختصار معرفی می‌شوند. آنچه در این فرایندها نهفته است این است که در چه مواقعی نیاز به مداخله سیاستگذاران، نه تنها در وضع و نصب اجزای ساختاری (بازیگران، شبکه‌ها، سازمان‌ها) وجود دارد. رویکرد کارکردی به سیستم‌های نوآوری عبارت است از تمرکز بر پویایی‌های محصول خروجی سیستم، نه تمرکز بر پویایی‌های مرتبط با اجزای ساختاری سیستم. درواقع این موضوع به ما اجازه می‌دهد که ضمن جداسازی ساختار از محتوا، مشکلات و اهداف سیاستی را در قالب واژه‌های کارکردی فرمول‌بندی کنیم.

### توسعه رویکرد پویایی‌های کارکردی

همان‌طور که اشاره شد، نگرانی‌ها در مورد یکپارچگی مفهومی سیستم نوآوری افزایش یافته و این نگرانی از جمله نقاط آغاز رویکرد پویایی‌های عملی است که در این مقاله به آن پرداخته شده است. در اولین مرحله از شناسایی کارکردها، تلاش شده به این موضوع پی ببریم آیا اتفاق نظری بین رویکردهای مختلف سیستم نوآوری درباره تفسیر وقایع سیستم و فرایندهای اصلی آن وجود دارد. بررسی مطالعات موجود نشان می‌دهد رویکردهای سیستمی برای درک بهتر یک کارکرد پایه‌ای، آن را به اجزای تشکیل‌دهنده تقسیم می‌کنند. (Johnson, 1998, 2001)

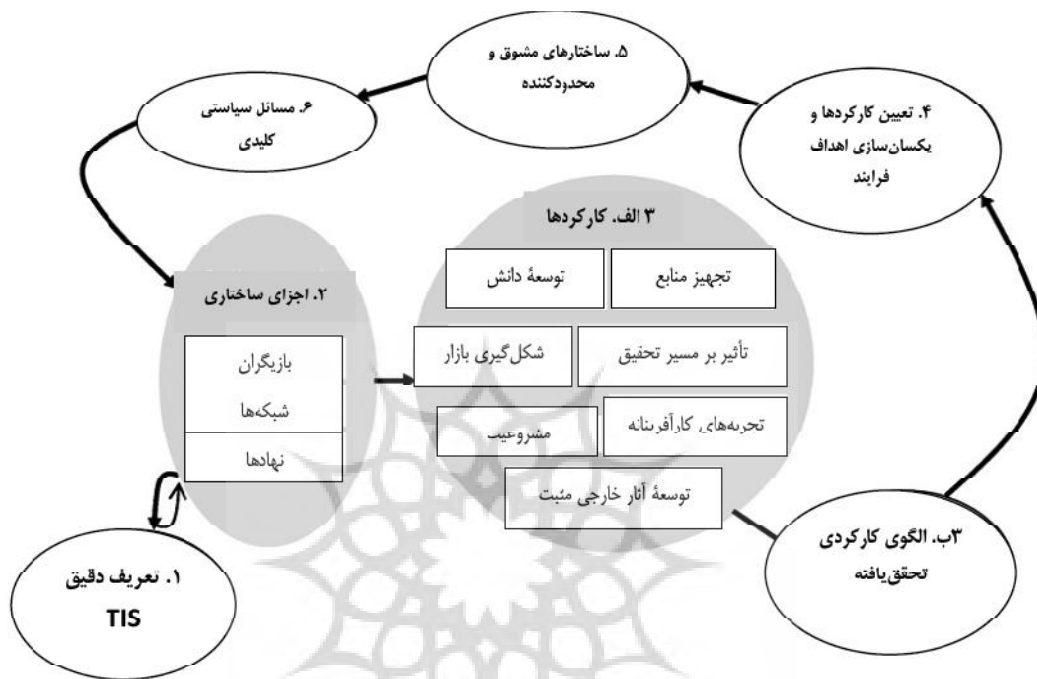
نخستین فهرست کارکردها (فرایندها) در بررسی منابع سیستم‌های نوآوری اصلی و با همکاری پژوهشگرانی مانند Christopher Freeman, Richard Nelson, Charles Edquist, Bengt-Ake Lundvall, Bo Carlsson and Rikard Stankiewicz مشخص شدند و با انجام مطالعات در زمینه مفاهیم مرتبط مانند سیستم‌های اجتماعی فناورانه، موانع توسعه و خوشه‌ها و شبکه‌های صنعتی کامل شدند. فرایند تشریح‌شده در این مقاله کارکردها در قالب فهرستی شامل ۸ کارکرد طبقه‌بندی شده‌اند. این فهرست در عمل چندین مرتبه مورد بازبینی و بازسازی قرار گرفته است. ما دیدگاه‌هایی را درباره علم سیاست (Sabatier, 1998)، جامعه‌شناسی فناوری (Kemp et al., 1998) و نظریه سازمان (Van de Ven, 1993) اضافه کرده‌ایم که درواقع ماهیت سیاستی فرایند نوآوری و اهمیت مشروعیت را بیشتر نمایان می‌کند.

چارچوب جاری شامل ۸ کارکرد است که بیشترین توافق از جانب رویکردهای کارکردی مختلف در مورد آن‌ها وجود دارد. از آنجایی که چارچوب ارائه‌شده در این مقاله بر مبنای مطالعات پیشین قرار دارد، بنابراین عقلانی است که فرض کنیم تحلیل‌های مرسوم سیستم نوآوری نیز فرایند مشابهی را دنبال کند؛ اما این امر اتفاق نمی‌افتد! اول این که، در تحقیق ادکویست، تعدادی از فعالیت‌ها و سپس عواملی که توسعه، انتشار و استفاده از نوآوری را تحت تأثیر قرار می‌دهند تعریف شده است. برخی از این فعالیت‌ها در اصل ساختاری هستند اما از آنجایی که برخی از فعالیت‌ها نسبت به کارکرد مورد نظر ما، ماهیتی بسیار تخصصی دارند، نمی‌توانند همه انتظار ما را برآورده کنند. دوم، با وجود آن که بیشتر کارکردهای مورد نظر ما در سیستم نوآوری و سیاست در مطالعات دهه ۱۹۹۰ ذکر شده‌اند، اما هیچ‌کدام از مطالعاتی که مورد بررسی قرار گرفت، همه کارکردها را در یک زمان بررسی نکرده‌اند. (Bergek et al., 2007) در مقابل، به نظر می‌رسد محققان سیاستگذاری تنها بر حل مشکلات سیاستی کلی یا کارکردهای اندک، آن هم نه از طریق یک روش نظام‌مند و ارائه دلایل شفاف، تمرکز کرده‌اند. علاوه بر این، اهمیت دو مورد از کارکردهای مورد نظر ما (توسعه آثار خارجی مثبت و مشروعیت)، در چند مطالعه انجام‌شده مورد اشاره قرار گرفته است. مهم‌ترین اختلاف بین رویکرد کارکردی و تحلیل‌های مرسوم سیستم نوآوری با فرایندهای اصلی، کیفیت و شمولیت همه کارکردهاست که تشخیص نظام‌مند مشکلات سیاستی را ممکن می‌سازد. قابل ذکر است که این فهرست کارکردها ممکن است با شکل‌گیری دیدگاه‌های نوین در پویایی‌های سیستم نوآوری توسط مطالعات و تحقیقات آتی، نیازمند بازنگری بیشتری باشد.

### مدل تحلیلی

یک مدل تحلیلی، شرحی از تعدادی تحلیل‌های فرعی است که تحلیل‌گر باید تفسیر کند. رویکرد ما نشان می‌دهد پژوهشگر باید ۶ گام اصلی را طی کند. (شکل ۱) گام اول تنظیم شرایط نقطه شروع برای پژوهشگر یا به عبارت دیگر، تعریف دقیق TIS مورد نظر است. در گام دوم، اجزای ساختاری TIS (بازیگران، شبکه‌ها و نهادها) شناسایی می‌شوند. در گام سوم، از ساختار به سمت کارکردها حرکت می‌کنیم. گام چهارم، شامل تعیین چگونگی عینیت

بخشیدن به کارکردها و تطبیق اهداف فرایند با الگوی کارکردی مورد نظر است. در گام پنجم، ساختارهای تقویت یا تضعیف‌کننده توسعه الگوی کارکردی مورد نظر، شناسایی می‌شوند. در نهایت، در گام ششم، مسائل سیاستی کلیدی مرتبط با این ساختارهای تقویت یا تضعیف‌کننده شناسایی می‌شوند. لازم به ذکر است که تحلیل‌ها اغلب به صورت خطی و گام به گام انجام نمی‌شود بلکه یک تحلیلگر در فرایند تحلیل باید انتظار تعداد زیادی رفت و برگشت بین مراحل را داشته باشد. به منظور ساده‌سازی، مرحله فوق در شکل بعد نشان داده شده است.



شکل ۱. مدل تحلیلی

در ادامه محتوای تحلیلی و برخی فرصت‌ها و مشکلات روش‌شناختی هر مرحله طبقه‌بندی شده و از مثال‌های تجربی برای تشریح دلایل استفاده می‌شود. باید در نظر داشت که این موارد بیشتر برای روشنگری آورده شده‌اند، تا این که دلیلی برای صحت مدل باشند.

### گام ۱. نقطه شروع تحلیل: تعریف دقیق TIS

عملیاتی کردن TIS معمولاً به سادگی آنچه در ابتدا به نظر می‌رسد، نیست. در واقع، تحلیل‌گران هنگام تصمیم‌گیری درباره نقطه دقیق آغاز تحلیل با انتخاب‌های مختلفی روبرو هستند. خروجی این انتخاب‌ها، نوع TIS مورد استفاده را با توجه به ساختار و کارکرد آن تعیین می‌کند. نقطه آغاز تحلیل که البته ممکن است در طول فرایند تحلیل مورد بازبینی قرار گیرد، بر تمام مراحل انجام مطالعه اثر خواهد گذاشت. با این حال این موضوع اغلب در تحلیل‌های تجربی مورد غفلت واقع شده و عدم توانایی در تعیین نقطه آغاز تحلیل یکی از دلایل قابل مقایسه نبودن نتایج مطالعات مختلف است.

سه انتخاب که تحلیل‌گران باید مورد توجه قرار دهند عبارتند از: (۱) انتخاب بین دانش یا محصول (۲) انتخاب بین عمق و وسعت و (۳) انتخاب دامنه جغرافیایی. بنابراین یک انتخاب مطلق وجود ندارد و نقطه آغاز تحلیل به هدف تحقیق و منافع طرفین (محققین یا سیاستگذاران) بستگی دارد. با توجه به تعریف ما از فناوری، ممکن است تمرکز ما به سمت دانش یا محصول باشد و تحلیل‌ها در ابتدا درگیر

انتخاب بین دو نقطه شروع باشند. یک نقطه شروع ساده برای تحلیل، در زمینه محصول یا گروه تولیدات است (مانند یک توربین باد). انتخاب دیگر، آغاز تحلیل در زمینه دانش فناورانه است. (Holm'en and Jacobsson, 2000) یک محقق به احتمال زیاد مسیری را انتخاب خواهد کرد که پاسخگوی سؤال‌های مورد نظرش باشد، در حالی که سیاستگذار تعریفی را برمی‌گزیند که در حیطه مسؤولیت وی باشد که می‌تواند شامل انتخاب دانش، محصول یا گروه تولیدات باشد.

برای تصمیم‌گیری در مورد نقطه آغاز (محصول یا دانش) به وسیله یک راه‌حل تجربی، به تعیین عمق مطالعه نیاز است. انتخاب نخست در ارتباط با سطح تراکم مطالعه است. این موضوع با هر دو گزینه در ارتباط است. اما وقتی با یک دانش ویژه در ارتباط باشد بسیار اهمیت می‌یابد. علاوه بر این، تمرکز بر دانش، نیازمند تعیین دامنه‌ای از کاربردهای مرتبط با فناوری مورد استفاده است. در ادامه این دو نکته به‌دقت شرح داده خواهد شد:

نخست آن که تصمیم‌گیری درباره سطح تراکم یک مطالعه به معنی آن است که بین عمومی بودن، به منظور ارائه یک تصویر کلی، و اختصاصی بودن تحقیق، به منظور ورود به جزئیات مطلب، انتخاب انجام می‌دهیم. به‌طور دقیق تعریف مبنای علمی برای مطالعه ممکن است بسیار محدود (سلول‌های شبیه‌سازی‌شده) و یا گسترده (فناوری اطلاعات) باشد. همچنین می‌تواند به‌عنوان یک دانش خاص (فناوری میکروویو) یا گروهی از علوم وابسته (زیست ماده‌ها) تعریف شود. (Rickne, 2000)

دوم آن که انتخاب‌هایی از کاربردهای فناوری وجود دارد که باید در مطالعه گنجانده شود. تحلیل ممکن است نسبت به استفاده از کاربردها، تولیدات یا صنایع خاصی با محدودیت مواجه باشد. به مثال کاربرد نوین «IT در منزل» توجه کنید. در این مورد TIS می‌تواند به‌عنوان استفاده از یک فناوری عمومی (IT) در یک کاربرد ویژه تعریف شود (مانند مواظبت از افراد سالمند یا مریض در منزل به‌جای بیمارستان). در اینجا یک کاربرد معین، مشخص می‌کند که چه بازیگران، شبکه و سازمان‌هایی باید در تحلیل آورده شوند. در یک مورد دیگر، مطالعه می‌تواند شامل همه کاربردهای ممکن باشد. برای مثال کار (Holmen and Jacobsson, 2002) درباره فناوری میکروویو از این نوع است.

دستیابی به یک نقطه تمرکز مناسب همیشه آسان نیست. وقتی محقق با یک مورد جدید مواجه می‌شود، ممکن است داشتن یک نقطه آغاز وسیع ضروری باشد و با افزایش درک او از TIS محدود شود. به‌عنوان مثال، در سوئد یک TIS در مورد فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر (شامل توربین‌های باد، سلول‌های خورشیدی و انرژی‌های زیستی) مورد تحلیل قرار گرفت. سپس به تحلیل TIS در مورد توربین‌های بادی تمرکز شد. مرحله اول برای دستیابی به شناخت کافی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر ضروری بود. علاوه بر این، از آنجایی که نااطمینانی‌های زیادی درباره TIS‌های نوظهور وجود دارد، انتخاب نقطه تمرکز دشوار بوده و ممکن است در طول زمان تغییر یابد. برای مثال انتظار می‌رود که با توسعه اخیر فناوری لیزر، این فناوری کاربردی اساسی در زمینه ابزارهای جنگی کسب کند، در حالی که کاربرد اصلی آن تا قبل از این در دستگاه‌های پخش سی‌دی بوده است. به‌طور کلی، هر نقطه وردی به مباحث فناورانه باید به‌صورت لحظه‌ای و نقطه‌ای در زمان دیده شود.

همان‌گونه که اشاره شد، یک تحلیل نیازمند وجود TIS خاصی به‌صورت یک سیستم با عینیت خارجی نیست. یک TIS نوظهور ممکن است به‌خوبی تحلیل شود و شاید مفید باشد که یک TIS موجود را فقط به‌صورت یک ایده تحلیل کرد. به‌عنوان مثال سوئدی درباره زیست‌ترکیب‌ها، امروزه تنها به‌صورت چند زیرسیستم مجزا وجود دارد که هر کدام در ارتباط با یک کاربرد خاص هستند. یک TIS می‌تواند به‌عنوان یک ساختار تحلیلی متصل‌کننده زیرسیستم‌های غیرمرتبط پیشین و همچنین هدایت سیاستگذاران در تصمیم‌گیری‌ها باشد.

یک مطالعه همچنین ممکن است یک تمرکز جغرافیایی نیز داشته باشد. هر چند TIS‌ها ویژگی‌های جهانی دارند، اما با توجه به دلایلی ممکن است بر قسمت محدودی از یک سیستم خاص، به منظور دستیابی به دیگر زوایای مورد نظر یک منطقه یا ملیت خاص تمرکز کند. به هر حال، محدودیت جغرافیایی نباید مورد استفاده قرار گیرد چراکه یک تحلیل همیشه نیازمند داشتن عناصر بین‌المللی قوی است و یک TIS کلی با محدودیت جغرافیایی در برخی بخش‌های آن، نمی‌تواند بدون درک مناسب از محیط جهانی مورد ارزیابی قرار گیرد.

## گام ۲. شناسایی اجزای ساختاری TIS

پس از تعریف دقیق TIS، گام بعد شناسایی و تحلیل اجزای ساختاری سیستم است. اول باید بازیگران TIS را شناسایی کرد. بازیگران نه تنها بنگاه‌های موجود در زنجیره ارزش (بالادستی و پایین‌دستی)، دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های تحقیقاتی را شامل می‌شود، بلکه دربرگیرنده نهادهای عمومی، سازمان‌های ذی‌نفع بانفوذ (مانند اتحادیه‌های صنعتی و سازمان‌های غیرتجاری)، سرمایه‌گذاران اقتصادی، سازمان‌های تعیین‌کننده استانداردها و... نیز می‌شود. برخی از روش‌های شناسایی بازیگران در یک صنعت خاص عبارتند از:

■ اتحادیه‌های صنعتی، نمایشگاه‌ها، کتابچه‌های راهنمای شرکت و کاتالوگ‌ها  
■ بررسی اختراعات ثبت‌شده: این روش سطح و مسیر فعالیت‌های فناورانه را در سازمان‌های مختلف و بین افراد آشکار می‌سازد، بنابراین می‌تواند ابزار مناسبی جهت شناسایی بنگاه‌ها، سازمان‌های تحقیقاتی و یا افراد توانمند در زمینه خاصی از فناوری باشد.

■ تحلیل شاخص‌های علم‌سنجی<sup>۲۲</sup>، مانند تعداد مقالات، ارجاعات (شاخص‌های بیبلیومتریک) و تهیه فهرستی از سازمان‌های فعال در ارتباط با مقاله‌های منتشرشده شامل دانشگاه‌ها، مؤسسه‌ها و بنگاه‌ها

■ مصاحبه و بحث با کارشناسان صنعت یا فناوری، بنگاه‌ها، سازمان‌های تحقیقاتی و تأمین‌کنندگان مالی  
دومین جزو ساختاری شبکه‌ها، رسمی و غیررسمی هستند. انواع مختلفی از شبکه‌ها وجود دارند. برخی از این شبکه‌ها تنها برای انجام یک وظیفه خاص شکل گرفته‌اند مانند شبکه‌های استانداردسازی، کنسرسیوم‌های پایه فناوری، گروه‌های تولیدی مشارکتی خصوصی دولتی که متقاضیان معمولی دارند. سایر شبکه‌ها تحت روش‌های دارای هماهنگی کمتری شکل گرفته‌اند مانند روابط خریدار فروشنده و راه‌های ارتباط صنعت و دانشگاه. درواقع برخی شبکه‌ها به کارهای فناورانه یا شکل‌دهی بازار متمایل هستند و برخی دیگر ماهیتی سیاستی دارند. انجمن‌های اجتماعی مانند شبکه‌های تخصصی و اتحادیه‌ها یا گروه‌های حمایت از مصرف‌کنندگان نیز باید در نظر گرفته شوند. شبکه‌های رسمی معمولاً به‌سادگی شناسایی می‌شوند، اما برای شناسایی شبکه‌های غیررسمی نیاز به مصاحبه و تبادل نظر با خبرگان صنعت و یا دیگر بازیگران است. برای مثال میزان پروژه‌های ارجاع‌شده از صنعت به دانشگاه نشان‌دهنده وجود یا عدم وجود شبکه دانشگاه صنعت است. سومین جزو، نهادها هستند. فرهنگ، قوانین، نرم‌ها و مقررات که در این دسته قرار می‌گیرند باید تعیین و مشخص شوند. به‌طور کلی، نهادها باید با فناوری‌های جدید تطبیق داده شوند. تنظیم و تطبیق نهادها یک فرایند مطمئن و خودکار نیست بلکه عکس این قضیه صادق است. بنگاه‌ها نه تنها در بازار با هم رقابت می‌کنند بلکه در شرایط فرهنگی موجود نیز باهم به رقابت می‌پردازند. (Davies, 1996; Jacobsson and Lauber, 2006; Van de Ven, 1993).

نهادها ممکن است در شکل‌های متفاوتی ظاهر شده و TIS‌ها را به روش‌های مختلفی تحت تأثیر قرار دهند. این موضوع نشان می‌دهد که تحلیل‌گران در هنگام طرح‌ریزی نهادهای مربوط باید دیدگاه وسیعی داشته باشند. در برخی مواقع کمبود نهادها TIS‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در مورد TIS‌هایی که به‌طور منفرد و بسته شکل گرفته‌اند یک نااطمینانی دائمی وجود خواهد داشت که حاکی از دشوار بودن تعیین اجزای ساختاری است. بسیاری از اجزای ذکرشده در فوق ممکن است در استفاده با مشکل مواجه باشند. همچنین وقتی اطلاعات ضعیف باشد یا انجمن‌های صنعتی وجود نداشته باشند، تشخیص بازیگران مرتبط کار دشواری است. تشخیص اجزای ساختاری یک سیستم مبنایی را برای مراحل بعدی تهیه می‌کند.

## گام ۳. طرح‌ریزی الگوی کارکردی TIS

اولین گام در تحلیل یک TIS در رابطه با کارکردها، توصیف الگوی کارکردی است. اهداف این تحلیل، تعیین مقدار کارکردهای گنجانده‌شده در مدل به منظور تحلیل رفتار TIS در برخورد با فرایندهای کلیدی است. این مرحله چارچوب مشخص اصلی ندارد. اندازه‌گیری خوب بودن یک الگوی کارکردی در ادامه مقاله مورد بحث قرار خواهد گرفت. الگوی کارکردی یک TIS به احتمال زیاد از الگوی سایر TIS‌ها متفاوت است و همچنین ممکن است که در طول زمان تغییر کند. بنابراین نباید تصور کرد که الگو در هر مدل تکرار می‌شود.

در ادامه هر یک از کارکردها توصیف می‌شوند. همان‌طور که در بالا بدان اشاره شد، این کارکردها از ترکیب تعدادی رویکردهای سیستمی به نوآوری ایجاد شده و محققین دیگر آن را بسط و توسعه داده‌اند. ابتدا با شرح مفهوم کارکرد بحث را آغاز می‌کنیم. سپس مثال‌های توصیفی مختصری از مطالعات مختلف که مورد بررسی قرار گرفته‌اند و همچنین شاخص‌های تعیین بهترین کارکرد ارائه خواهد شد.

### ۱. توسعه و انتشار دانش

این کارکرد در قلب TIS قرار دارد. به عبارت دیگر، این کارکرد در ارتباط با مبنای علمی TIS و عملکرد آن برحسب دانش و فرایند تکامل خود است و عمق و گستره مبنای علمی TIS و نحوه تغییر آن در طول زمان، انتشار و ملحق شدن آن به سیستم را مشخص می‌کند.

ما می‌توانیم بین انواع مختلف دانش (علم، فناوری، محصول، بازار، تدارکات و طراحی) و همچنین منابع مختلف توسعه دانش (برای مثال R&D) تمایز قائل شویم. یک مثال گویا، TIS شکل گرفته برای سلول‌های خورشیدی در آلمان است. (Jacobsson et al. 2004) در ابتدا توسعه دانش به زمینه‌های علمی و فناورانه محدود می‌شد و منابع مورد نیاز نیز عبارت بود از R&D درخصوص طرح‌های رقابتی مختلف در زمینه سلول‌های خورشیدی. پایه علمی در پی گسترش سیستم در طول زنجیره ارزش توسعه یافت. نخست، دانش کاربردی تخصصی با افزایش تجربه بنگاه‌ها در استفاده از سلول‌های خورشیدی در ساختمان‌ها در پایین دستی توسعه یافت. بخشی از این توسعه دانش در مدارس معماری، جایی که معماران خورشیدی مفاهیم طراحی جدید را توسعه دادند، شکل گرفت. در مرحله دوم دانش فناورانه بالادستی با افزایش سرمایه‌گذاری در صنایع تولید ماشین‌آلات مخصوص و مناسب این محصولات ارتقا یافت. این سرمایه‌گذاری منجر به ساخت ماشین‌آلات تولید خودکار سلول‌های خورشیدی شد.

سطح و پویایی کارکردهای موجود با دامنه‌ای از شاخص‌ها مانند شاخص‌های علم‌سنجی (تعداد مقالات، تعداد ارجاعات، تمرکز آن‌ها) تعداد، اندازه و جهت پروژه‌های R&D، تعداد کارشناسان، تعداد اختراعات ثبت شده و ارزیابی مدیران و کارشناسان و مواردی از این قبیل، اندازه گیری می‌شود.

### ۲. تأثیر بر مسیر تحقیق

اگر بناست یک TIS توسعه پیدا کند، باید بنگاه‌ها و سازمان‌های زیادی به آن وارد شوند؛ بنابراین باید به اندازه کافی فشار / مشوق برای ورود سازمان‌ها فراهم شود. کارکرد دوم، ترکیب نقاط قوت این گونه عوامل است. این کارکرد همچنین شامل ساختارهای تأثیرگذار بر جهت تحقیق در TIS، برحسب فناوری‌های مختلف، کاربردها، بازارها، مدل‌های تجاری و غیره است. این عوامل به وسیله یک سازمان و یا دولت کنترل نمی‌شود اما قدرت آن‌ها، به‌طور مثال، ناشی از اثرات ترکیبی زیر است:

- چشم‌اندازها، انتظارات (ون لنته<sup>۲۳</sup>، ۱۹۹۳) و باورها در مورد پتانسیل رشد
  - مشوق‌های ناشی از تغییرات قیمت مواد اولیه / محصولات (دزی<sup>۲۴</sup> و همکاران، ۱۹۹۰)
  - رشد TIS در سایر کشورها
  - تغییرات در شرایط عمومی مانند روندهای جمعیتی و آب و هوایی (جیلز<sup>۲۵</sup>، ۲۰۰۴)
  - توسعه منابع مکمل (داهمن<sup>۲۶</sup>، ۱۹۸۸)
  - درک بازیگران از رابطه انواع و منابع مختلف دانش
  - ارزیابی بازیگران از فرصت‌های فناورانه فعلی و آتی و شرایط مقتضی (برسکی و همکاران، ۲۰۰۰)
  - قوانین و سیاست‌ها (لوندوال<sup>۲۷</sup>، ۱۹۹۲؛ پورتر<sup>۲۸</sup>، ۱۹۹۰)
  - دسته‌بندی تقاضا توسط مشتریان پیشرو (دزی و همکاران، ۱۹۹۰؛ ون هیل<sup>۲۹</sup>، ۱۹۸۸؛ کارلسون و جاکوسون، ۱۹۹۳)
  - محدودیت‌های فنی (رنزبرگ<sup>۳۰</sup>، ۱۹۷۶؛ بیچکر<sup>۳۱</sup>، ۱۹۹۵؛ هاگز<sup>۳۲</sup>، ۱۹۸۳؛ لوندوال، ۱۹۹۲)
  - بحران در کسب و کار فعلی
- صنعت توربین بادی در آلمان مثال خوبی در این زمینه است که در آن بنگاه‌ها، مشوق‌های زیادی برای ورود به



صنعت دریافت کردند. (برگک و جاکوبسون، ۲۰۰۳) روند رشد اخیر علامت‌های روشنی را درباره جذابیت‌های آبی بازار توربین‌های بادی ارائه می‌دهد. از طرفی برخی کشاورزان و سازمان‌ها به دلایل زیست‌محیطی متقاضی انرژی «سبز» بوده‌اند. دولت فدرال نه تنها به هزینه‌های تحقیق و توسعه بلکه به هزینه‌های سرمایه‌ای دیگر نیز یارانه پرداخت می‌کند. این کارکرد را می‌توان به صورت کیفی بر اساس موارد زیر اندازه گرفت:

- باور عموم / بازیگران به وجود استعداد رشد صنعت
- ارائه مشوق‌های قیمتی به مواد اولیه یا محصولات مانند مشوق‌های مالیاتی و قیمتی در بخش انرژی
- افزایش فشارهای قانونی و مقرراتی
- طبقه‌بندی مزیت‌ها با همکاری مصرف‌کنندگان

### ۳. تجربه‌های کارآفرینانه

یک TIS با نااطمینانی زیادی درباره فناوری‌ها، کاربردها و بازارها شکل می‌گیرد. این عدم اطمینان یکی از ویژگی‌های اصلی توسعه صنعتی و فناورانه بوده و محدود به دوره تغییر و تحولات اخیر TISها نمی‌شود بلکه در دوره‌های قبلی نیز وجود داشته است. (رزبرگ، ۱۹۹۶) از منظر اجتماعی، اصلی‌ترین منبع کاهش این نااطمینانی‌ها تجربه‌های کارآفرینانه است که نشان‌دهنده تفحص در فناوری‌ها و کارکردهای جدید است. تعداد زیادی از این تلاش‌ها شکست می‌خورند اما برخی موفق می‌شوند و یک فرایند یادگیری اجتماعی شکل می‌گیرد. (کمپ و همکاران، ۱۹۹۸) یک TIS بدون تجربه‌های پویا و باطراوت شکست خواهد خورد.

یک پژوهشگر نیازمند طرح‌ریزی تعداد و انواع تجربه‌های رخ داده برحسب موارد زیر است:

- تعداد تازه‌واردان (شامل متنوع‌سازی بنگاه‌های موجود)
  - تعداد کاربردهای مختلف
  - عمق استفاده از فناوری و ویژگی فناوری‌های مکمل به کار برده شده
- ویژگی اصلی مثال سیر تکامل صنعت توربین آلمان، تنوع در تجربه‌های کسب‌شده بود. (برگک و جاکوبسون، ۲۰۰۳) در فاصله ۱۹۷۷ تا ۱۹۹۱، تعداد زیادی از بنگاه‌های صنعتی و سازمان‌های تحقیقاتی کمک‌های زیادی از طرف دولت فدرال برای توسعه و آزمایش انواع مختلف توربین دریافت کردند. در نتیجه حداقل ۱۴ بنگاه وارد صنعت تولید توربین بادی شدند که هر یک دانش منحصر به فردی را وارد صنعت کردند.

### ۴. شکل‌گیری بازار

برای یک TIS نوظهور و یا TISهای در دوره تحول، به احتمال زیاد بازار قابل توجهی وجود نداشته و یا بیشتر در حال توسعه است. (کارلسون و سنتنکوپیچ، ۱۹۹۵؛ داهمن، ۱۹۸۸؛ گالی و تیوبال، ۱۹۹۷؛ نلسون، ۱۹۹۲؛ پورتر، ۱۹۹۰) ممکن است محل مشخصی برای مبادله وجود نداشته باشد، مشتریان بالقوه تقاضای خود را طبقه‌بندی نکرده و یا توانایی انجام آن را نداشته باشند، قیمت و یا عملکرد فناوری جدید مناسب نباشد و نااطمینانی‌ها ممکن است بر ابعاد مختلف چیره شده باشند. تغییرات نهادی مانند شکل‌دهی استانداردها اغلب به‌عنوان پیش‌نیاز تحول بازارها به‌شمار می‌روند. (هاگن، ۱۹۸۳)

شکل‌گیری بازار معمولاً ۳ مرحله مختلف دارد. در مرحله نخست، «بازارهای اولیه»<sup>۳۳</sup> شکل می‌گیرند که در آن‌ها فضای یادگیری فراهم شده و TIS مجال شکل‌گیری پیدا می‌کند. (Kemp et al., 1998) اندازه این بازارها اغلب بسیار محدود است و این بازارها راهی به سوی بازارهای میانی یا گذار هستند که تحت آن‌ها حجم و تعداد بازیگران TIS افزایش می‌یابد. در نهایت نیز در یک TIS موفق، اب بازارها شکل می‌گیرند که اغلب چند دهه بعد از شکل‌گیری بازارهای اولیه به‌وجود می‌آیند.

برای درک پیامدهای شکل‌گیری بازارها، تحلیل دو موضوع «توسعه بازارهای واقعی و محرک‌های شکل‌گیری بازارها» ضرورت دارد. ارزیابی زمانبندی، اندازه و نوع بازارهای شکل‌گرفته آسان است. برای مثال به راحتی می‌توان بازار شکل‌گرفته برای توربین‌های بادی را از جنبه تعداد توربین‌ها و ظرفیت برق بادی نصب‌شده در یک سال

خاص و همچنین از نظر توزیع بین گروه‌های مصرف‌کننده مختلف تشریح کرد. اما تحلیل عوامل تحریک‌کننده این شکل‌گیری بسیار دشوار است و تحلیل‌گران برای انجام این کار باید از دانش و آگاهی فراوانی در مورد TIS برخوردار باشند. دو نوع عواملی که ممکن است موجب تحریک یا به تأخیر انداختن شکل‌گیری بازار شوند، با ذکر یک مثال در مورد TIS خدمات همراه سوئد<sup>۳۴</sup> شرح می‌دهیم. در این مورد بازارها اغلب جهانی هستند، اما بازار داخلی از اهمیتی استراتژیک به منظور تست محصولات و مفاهیم جدید برخوردارند. شکل‌گیری سریع بازار، ماهیت همه TIS‌های ملی و داخلی است. با این وجود، در بازار سوئد استفاده دولتی و شرکتی از این TIS بسیار کند است. روش‌های کُند ارائه خدمات و تقاضای غیرمتنوع و طبقه‌بندی نشده، موجب نااطمینانی در مورد نیازهای کنونی یا آتی مشتریان شده است. علاوه بر این، سوئد در زمینه تسلط بر بازارهای مصرفی از کشورهایی مانند کره جنوبی و ژاپن عقب‌تر است. در واقع در سال ۲۰۰۶، سوئد نرخ پایینی در ارتقای خدمات همراه داشت که بیشتر ناشی از عدم تمایل مجریان در برقراری جریان‌های عمده پولی از طریق تأسیسات ارتباط راه دور، سیستم‌های قیمت‌گذاری انعطاف‌ناپذیر، فقدان استانداردهای لازم برای اجرای شیوه‌های نوین و مشکلات مرتبط با فناوری‌های مکمل بوده است.

تحلیل‌گران نیازمند تعیین مرحله بازار (اولیه، واسطه یا ابربازار)، ماهیت استفاده‌کنندگان و فرایندهای خرید آن‌ها، طبقه‌بندی سبب تقاضا و محرک‌های نهادی شکل‌دهنده بازار هستند. شاخص‌های مورد نیاز برای ردیابی این‌گونه توسعه‌ها شامل واقعیت‌های در دسترس و ساده‌ای در مورد اندازه بازار و گروه‌های مشتریان هستند.

## ۵. مشروعیت

مشروعیت، مقبولیت و اطاعت اجتماعی از نهادهای مربوطه است. یک فناوری جدید و اجزای آن نیازمند توجه مناسب و مقتضی از جانب بازیگران مربوطه درباره تجهیز منابع، شکل‌دهی تقاضا و کسب قدرت سیاسی برای بازیگران هستند. مشروعیت همچنین، انتظارات و استراتژی مدیران را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در نتیجه بر مسیر تحقیقات اثر می‌گذارد.

مشروعیت پیش‌نیاز شکل‌گیری صنایع و TIS‌های جدید است. (رائو<sup>۳۵</sup>، ۲۰۰۴) مشروعیت داده‌شدنی نیست بلکه نتیجه اقدام آگاهانه و هوشیارانه افراد و سازمان‌ها در یک فرایند پویای قانونی است که باعث می‌شود TIS بر مشکلات ناشی از جدید بودنش غلبه کند. (زیمرمن<sup>۳۶</sup> و زیتس<sup>۳۷</sup>، ۲۰۰۲) با این وجود، این فرایند ممکن است زمانبر باشد و معمولاً در رقابت با نیروهای حامی TIS‌های رقیب و چارچوب‌های سازمانی هم‌جهت با آن‌ها کامل می‌شود.

هرچند فرایند مشروعیت اغلب رابطه نزدیکی با یکسان‌سازی و تطبیق نهادی دارد، اما دستکاری قوانین بازی تنها یکی از چندین انتخاب ممکن استراتژی‌های مشروعیت است. دیگر انتخاب‌ها عبارتند از: هم‌نویسی و اطاعت (پیروی از قوانین چارچوب‌های سازمانی موجود مانند اطاعت از استانداردهای تولید موجود) و خلاقیت (توسعه یک چارچوب سازمانی جدید). با توجه به آنچه گفته شد، یک TIS جدید به ندرت در یک محیط خالی شکل می‌گیرد و اغلب در رقابت با یک یا چند TIS دیگر خلق می‌شود. طرح‌ریزی پویایی کارکردی مشروعیت شامل تحلیل درستی و حقانیت TIS از نظر بازیگران و ذی‌نفعان مرتبط با آن مدل است. بنابراین بهتر است بدانیم:

■ میزان مشروعیت TIS؛ به‌ویژه این که آیا بین TIS و مقررات فعلی و همچنین بین ارزش اولیه در صنعت و جامعه همخوانی وجود دارد یا نه.

■ چگونگی تأثیر مشروعیت بر تقاضا، قانون‌گذاری و رفتار بنگاه

■ چه کسی یا چه چیزی و چگونه بر مشروعیت اثرگذار است.

در این مورد نیز می‌توان به مثال سلول‌های خورشیدی در آلمان اشاره کرد. (Jacobsson and Lauber, 2006) بعد از تلاش‌های ناموفق برای متقاعد کردن دولت فدرال جهت انجام تغییراتی در مقررات ملی به منظور ترویج انتشار سلول‌های خورشیدی در دهه ۱۹۹۰، برخی از افراد و سازمان‌های ذی‌نفع با دولت‌های محلی وارد مذاکره شدند. با تلاش‌های فراوان قراردادهایی بین عرضه‌کنندگان و مصرف‌کنندگان محلی انرژی خورشیدی امضا شد. سپس شهرهای بیشتری این نوع انرژی را انتخاب کردند و در نتیجه دولت مرکزی مجبور شد از انتشار این نوع انرژی حمایت کند. در واقع مشروعیت انرژی خورشیدی شکل گرفت.

## ۶. تجهیز منابع

با شکل‌گیری یک TIS، منابع مختلف بسیاری نیز باید تجهیز شوند. (کارلسون و سنتکیویچ، ۱۹۹۵؛ داهمن، ۱۹۸۸؛ ادکویست و جانسون، ۱۹۹۷؛ هاگن، ۱۹۸۳؛ لوندوال، ۱۹۹۲؛ نلسون، ۱۹۹۲؛ پورتر، ۱۹۹۰؛ ریکن، ۲۰۰۰) از این رو، تعیین میزان توانمندی TIS در تجهیز سرمایه‌های انسانی / مهارتی «ناشی از آموزش» در حوزه‌های علمی و فناوریانه، کارآفرینی، مدیریت و تأمین مالی و تجهیزات مکمل مانند زیرساخت‌های تولید، خدمات و شبکه‌ها ضرورت دارد. TIS رادار امنیتی سوئد مصداق مناسبی در این مورد است. (التاندر و پرز ویکو<sup>۳۸</sup>، ۲۰۰۵) در این مورد تجهیز منابع انسانی به خاطر تعدیل نیروی انسانی در شرکت مخابراتی اریکسون، از حالت مساعدی برخوردار بود. با این وجود، در زمینه‌های به‌خصوصی مانند فناوری رادار و ردیاب صوتی کمبود منابع انسانی وجود داشت که ناشی از فقدان تحصیلات دانشگاهی در این زمینه خاص بود. مسأله دیگر، بازار سرمایه ضعیف و عدم توانمندی آن در جذب مشارکت‌های سرمایه‌ای به دو دلیل عمده بود: محتاط بودن بازار سرمایه و باور این که شرکت‌های سوئدی در رقابت با شرکت‌های آمریکایی ناتوان هستند. در شرکت‌های بزرگ هم جذب بودجه برای تحقیق و توسعه در این موضوع دشوار بود؛ از یک سو به دلیل مشتریان بزرگ و از سوی دیگر، به دلیل تغییرات اخیر صنعت و حرکت آن از کاربردهای نظامی به کاربردهای غیرنظامی، که به معنی افزایش نااطمینانی بود. به‌طور کلی، روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری تجهیز منابع در اختیار تحلیل‌گران قرار دارد که برخی از آن‌ها عبارتند از:

### ■ افزایش حجم سرمایه

### ■ افزایش حجم سرمایه‌گذاری‌های مشترک و اولیه

### ■ تغییر حجم و کیفیت منابع انسانی (مانند تعداد فارغ‌التحصیلان دانشگاهی)

### ■ تغییر در دارایی‌های تجهیزات مکمل

در تحلیل مثال قبل، از معیارهای کمی مانند تعداد فارغ‌التحصیلان رشته‌های مرتبط با فناوری رادار در مقایسه با کشورهای آلمان و رژیم صهیونیستی و همچنین تعداد بنگاه‌های سرمایه‌گذاری مشترک با هلدینگ‌های بخش رادارهای امنیتی استفاده شده است.

## ۷. توسعه آثار خارجی مثبت

ماهیت نظام‌مند فرایند نوآوری و انتشار نشان می‌دهد که ایجاد پیامدهای خارجی مثبت، فرایند اصلی در تشکیل و رشد یک TIS به‌شمار می‌رود. این پیامدهای خارجی مثبت ممکن است مالی یا غیرمالی باشند. (سیتووسکی<sup>۳۹</sup>، ۱۹۵۴) ورود بنگاه‌های جدید به TIS‌های نوظهور اصلی‌ترین عامل در توسعه آثار خارجی مثبت است. در مرحله نخست، بنگاه‌های تازه‌وارد ممکن است برخی از نااطمینانی‌ها را درباره فناوری و بازارها برطرف کنند، از این رو تقویت کارکردها بر مسیر تحقیقات و شکل‌گیری بازارها تأثیر می‌گذارد. در مرحله دوم، این بنگاه‌ها می‌توانند با ورود خود به TIS‌ها مشروعیت ببخشند. تازه‌واردها همچنین می‌توانند باعث تقویت قدرت سیاسی اتحادیه‌های مدافع و در نتیجه افزایش فرصت‌های موفقیت فرایند مشروعیت‌بخشی شوند. مشروعیت بهبودیافته می‌تواند به تغییراتی در ۴ کارکرد تجهیز منابع، مسیر تحقیقات، تشکیل بازار و تجربه‌های کارآفرینانه منجر شود. در مرحله سوم، تنوع و تعدد بازیگران سیستم اغلب از راه‌های غیرقابل پیش‌بینی منجر به افزایش شانس شکل‌گیری ترکیبات جدید محصول می‌شود. افزایش تعداد بازیگران در TIS نه تنها موجب افزایش فرصت‌های بنگاه‌های موجود در سیستم برای توسعه و انتشار علم می‌شود بلکه همچنین فضا را برای بنگاه‌ها جهت مشارکت در تجربه‌های کارآفرینانه نیز فراهم می‌آورد. علاوه بر این، تازه‌واردها می‌توانند در فرایندی که به موجب آن پویایی‌های کاربردی TIS قوی‌تر شده و دیگر اعضای TIS نیز به خاطر ایجاد تجربه‌های جدید از آن منتفع شوند، مشارکت کنند. بنابراین این کارکرد مستقل نبوده بلکه در جهت تقویت ۶ کارکرد دیگر حرکت می‌کند. همچنین می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای سنجش پویایی کل سیستم به کار گرفته شود. این پویایی‌ها ممکن است با هم‌مکانی بنگاه‌ها افزایش یابد. مارشال<sup>۴۰</sup> (۱۹۲۰) اثر خارجی مثبت را نام برده است که برای مناطق آثار درونی به‌شمار می‌روند که عبارتند از:

■ شکل‌گیری بازارهای مشترک کار: که موجب تقویت توسعه و انتشار دانش می‌شوند و بنگاه‌هایی که در پی آن‌ها وارد خواهند شد دانش مورد نیاز را با استخدام نیروهای جدید از بنگاه‌های قبلی دریافت می‌کنند.

■ شکل‌گیری کالاهای واسطه‌ای و خدمات‌دهندگان تخصصی: با توسعه صنعت و ظهور تقسیم کار، هزینه‌ها کاهش یافته و توسعه و انتشار دانش با تخصصی شدن و انباشت تجربه تقویت می‌شود.

■ جریان اطلاعات و سرریزهای دانش: که به تقویت کارکرد توسعه و انتشار دانش کمک می‌کند.

در مجموع تحلیل‌گران نیازمند اندازه‌گیری توانمندی پویایی‌های کارکردی سیستم از طریق پژوهش در مورد آثار مثبت خارجی در ارتباط با تفکیک نااطمینانی‌ها، قدرت سیاسی، مشروعیت، فرصت‌های ترکیبی، بازارهای کار مشترک، فعالیت‌های واسطه‌ای تخصصی‌شده و جریان‌های دانش و اطلاعات هستند.

درباره صنعت توربین باد آلمان، دو نوع آثار مثبت خارجی مورد اشاره قرار گرفت. نخست، با افزایش ورود بنگاه‌های جدید به صنعت توربین باد و تولید برق بادی، قدرت سیاسی زیادی ایجاد شد که بنگاه‌ها توانستند محیط نهادی را به نفع خود تغییر دهند (جاکوبسون و لابر، ۲۰۰۶) و دوم آن که با توسعه بازار تأمین‌کنندگان تخصصی ظهور کردند که مانع ورود بنگاه‌های با تخصص کمتر شدند. (برگگ و جاکوبسون، ۲۰۰۳)

#### گام ۴: ارزیابی کارکردهای TIS و تدوین اهداف فرایند

تا این مرحله محقق تحلیلی از پویایی فرایند یا کارکرد اصلی از تکامل یک TIS به‌علاوه ارزیابی تجربی از قوت و ضعف این فرایندها به‌دست آورده است. با این وجود الگوی کارکردی در مورد این که آیا TIS کاربری مناسبی دارد یا خیر، اطلاعاتی ارائه نمی‌دهد. همان‌طور که یک کارکرد ضعیف همیشه ایجاد مشکل نمی‌کند، یک کارکرد قوی نیز همواره نتیجه مطلوب نمی‌دهد. ارزیابی کاربری سیستم (نه این که سیستم چگونه کار می‌کند، بلکه پاسخ به این سؤال که سیستم چقدر درست کار می‌کند؟) نیازمند روش‌هایی برای سنجش خوبی نسبی الگوی کارکردی مورد نظر است. این موضوع به سختی تعیین کردن یک ساختار است که پیشتر به آن اشاره شد.

در این مرحله تحلیل‌گران و سیاستگذاران با یک چالش اساسی روبه‌رو هستند که رفع آن به افزایش تحقیق و فرایندهای آموزشی در میان مجریان وابسته است. در ارتباط با این دو مبنا مشکلات مختلفی وجود دارد که به منظور خنثی کردن نقطه ضعف همدیگر، بهتر است به‌طور مشترک مورد استفاده قرار گیرند.

#### اول) مرحله توسعه

پیشتر گفته شد که تمایز دادن میان مرحله شکل‌گیری و مرحله رشد در توسعه یک TIS بسیار مفید است و همچنین بهتر است در تعریف کاربری، بین این دو مرحله تفاوت قائل شد. تحلیل‌گر می‌تواند این سؤال را مطرح کند که آیا کاربری سیستم نیازهای آن مرحله خاص یا مرحله بعدی را فراهم می‌آورد؟ به عبارت دیگر، الگوی کاربردی می‌تواند در رابطه با نیازهای هر مرحله تعریف شود؟

یک تحلیل‌گر می‌تواند از شاخص‌هایی به منظور تشخیص این که آیا یک TIS در یک مرحله سازنده قرار دارد یا خیر، استفاده کند. در این مرحله عناصر تشکیل‌دهنده TIS جدید در جاهای مناسب خود قرار می‌گیرند، بنگاه‌ها و سازمان‌ها وارد فرایند می‌شوند و شکل‌گیری سازمان‌ها و شبکه‌ها آغاز می‌شود و یک ساختار ابتدایی شکل می‌گیرد. فاز شکل‌گیری را می‌توان با شاخص‌های زیر شناسایی کرد:

■ بعد زمان: معمولاً فاز شکل‌گیری کمتر از یک دهه به طول نمی‌انجامد. (گاه مانند مورد سلول‌های خورشیدی چند دهه زمان می‌برد!)

■ نااطمینانی عمومی بالا درباره فناوری‌ها، بازارها و کاربردها

■ عدم توسعه مناسب ترکیب قیمت / کاربری محصولات

■ سطح فعالیت‌های اقتصادی و انتشار و فاصله آن با توانمندی‌های بالقوه

■ فقدان تقویت‌کننده‌های درونی سیستم و وجود آثار خارجی مثبت ضعیف

■ عدم انعطاف‌پذیری تقاضا (متنوع نشدن تقاضا)

اشتباه عمده‌ای که اغلب تحلیل‌گران دچار آن می‌شوند این است که آن‌ها یک TIS واقع در مرحله شکل‌گیری را با معیارهایی که مناسب ارزیابی سیستم‌های در مرحله رشد هستند، ارزیابی می‌کنند. برای مثال در فاز شکل‌گیری،

انتشار سریع و یا رشد سریع فعالیت‌های اقتصادی مشاهده نمی‌شود. در بسیاری از موارد مشاهده شده است که TIS بر اساس حجم فعالیت‌های اقتصادی ارزیابی می‌شود که این رویکرد نادرست به نتایج ناامیدکننده‌ای منجر شده است. با درک درست فاز TIS و انتخاب معیارهای مناسب تفاسیر کاملاً متفاوتی به دست می‌آید.

مهم‌ترین ویژگی فاز شکل‌گیری، نااطمینانی در زمینه فناوری‌ها و بازارهاست (کمپ و همکاران، ۱۹۸۸؛ ون د ون، ۱۹۹۳). تجربه‌های کارآفرینانه در این فاز منجر به توسعه جنبه‌های مختلف دانش می‌شود. اثرگذاری بر جهت تحقیق و تجهیز منابع باید ورود بنگاه‌ها و سرمایه‌گذاری‌های مشترک را حمایت کنند تا تجربه‌های کارآفرینانه به وقوع بپیوندند. علاوه بر این، فرایند کسب مشروعیت نیز باید فعال شود تا TIS بتواند بر مشکلات ناشی از جدید بودنش غالب شود. در ضمن باید به یاد داشت توسعه دانش بستگی زیادی به همکاری میان بازیگران (در شبکه‌ها)، به‌ویژه همکاری تأمین‌کنندگان و خریداران دارد؛ برای شکل‌گیری این همکاری باید کارکرد شکل‌گیری بازار فعال باشد تا مشتریانی برای همکاری در دسترس باشند. یا باید بازارهای قدیمی محصولات / فناوری‌های قدیمی را بپذیرند و یا ریزبازارهای<sup>۴</sup> جدیدی شناسایی شده و تحریک شوند.

در یک مقطع زمانی ممکن است TIS بتواند توسعه یابد (با در اصطلاح دنده عوض کند) و وارد فاز رشد شود. در این مرحله نگاه‌ها به سمت توسعه سیستم و انتشار فناوری در مقیاس بالا بین بازارهای اولیه و ابربازارها متمرکز می‌شود و در نتیجه نیاز به تجهیز منابع افزایش می‌یابد. البته به‌طور دقیق نمی‌توان روشن کرد کدامیک از کاربردهای مبتنی بر فناوری می‌توانند چنین بازارهایی برای خود ایجاد کنند، برای همین تجربه‌های کارآفرینانه باید همچنان با قدرت فعالیت کند. وقتی TIS رشد یافته توجه بازیگران TIS‌های رقیب را به خود جلب می‌کند، کسب مشروعیت به مهم‌ترین عامل تبدیل می‌شود.

اگرچه بیشتر TIS‌ها از این مسیر عبور می‌کنند، اما نمی‌توان ادعا کرد تمام TIS‌ها به‌طور دقیق به همین روش توسعه می‌یابند. در واقع مهم‌ترین نکته در رویکرد کارکردی آن است که یک دسته سیاست مشخص را نمی‌شود به تمام TIS‌ها توصیه کرد؛ برای همین با وجود شباهت زیاد توسعه TIS‌ها در بسیاری از سیستم‌های نوآوری، بر این باوریم که تفاوت‌های TIS‌ها درباره عوامل تعیین‌کننده مانند بازه‌های زمانی مورد نیاز برای توسعه در هر فاز است. البته تحقیقات بیشتری برای تعیین ماهیت مراحل مختلف مورد نیاز است. این امر نشان می‌دهد که در تعمیم دادن شرایط مطلوب یک TIS به سایر TIS‌ها باید دقت زیادی صرف شود.

## دوم) مقایسه بین TIS‌ها

مقایسه TIS مورد مطالعه با TIS‌های مشابه در سایر کشورها و مناطق موجب افزایش درک تصمیم‌گیرندگان خواهد شد. (برای نمونه توربین باد برگک و جاکبسون، ۲۰۰۳ را درباره مقایسه سوئد، هلند و آلمان ببینید). تحلیل‌گران و سیاستگذاران با سیستم‌های نوآوری خاصی روبه‌رو هستند، بنابراین بایست تحلیل‌هایی از سیستم‌های مشابه توسعه یافته در جاهای دیگر داشته باشند. مهم‌تر آن که محققین نیازمند تعیین عملکرد سایر سیستم‌ها، نه تنها برای اندازه‌گیری دقیق میزان توسعه مورد نیاز سیستم مورد نظر خود، بلکه به منظور تعیین کارکردهای اصلی سیستم هستند. به‌عنوان مثال، در مطالعه قبلی ما (برگک و جاکبسون، ۲۰۰۳) محققین هلندی ضعف کارکرد شکل‌گیری بازار در هلند را عامل عدم توسعه این TIS معرفی کردند. البته بازار داخلی هلند در فاز شکل‌گیری از بازار داخلی آلمان و سوئد بسیار بزرگ‌تر بود. می‌توان گفت از شرایط مطلوب اولیه به‌درستی برای پیشبرد TIS و ورود آن به مرحله رشد بهره‌برداری نشد و در نتیجه این TIS در رقابت با TIS مشابه در آلمان به موفقیت نرسید.

بر اساس تحلیل فازی و یا مقایسه تطبیقی ضمن تعریف اهداف سیاستی می‌توان نحوه تکامل الگوی کارکردی برای رسیدن به کاربری بیشتر را تعیین کرد. این اهداف (مانند وسعت دادن به پایه دانش یا تعداد تجربه‌های کارآفرینانه) را می‌توان اهداف فرایندی نامید. برای همین اهداف سیاستی را می‌توان به‌جای هدف‌گذاری کلی (مانند رشد) بر مبنای فرایند کلیدی تعریف کرد. مزیت اهداف فرایندی این است که به ابزارهای سیاستی نزدیک‌تر هستند و کمک می‌کنند ارزیابی سیاست‌ها ساده‌تر صورت پذیرد؛ به‌خصوص که در فازهای اولیه توسعه به دلیل عدم اطمینان بالا تعیین اهداف نهایی تا حد زیادی محال است.

## گام ۵. شناسایی ساختارهای مشوق و مانع

دلایل زیادی وجود دارد که انتظار داشته باشیم محیط به سمت TIS موجود تمایل داشته باشد. TIS‌های جدید نیز پویایی کاربردی ضعیفی نمایش می‌دهند. پویایی‌های کاربردی ممکن است به دلایل مختلفی مانند ویژگی‌های اجزای ساختاری TIS نوظهور و یا محیط آن، ضعیف باشند. دسته‌ای از عوامل به صنعتی تعلق دارند که TIS در آن قرار داد، مانند صنعت انرژی برق در مورد TIS سلول‌های خورشیدی. دسته‌ای دیگر خارج از صنعت هستند مانند مسائل مطرح در مورد گرم شدن زمین که به‌عنوان ساختارهای محرک یا مانع در صنایع مختلف عمل می‌کند و TIS های نوظهور زیادی را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

آنچه از عملکرد یک TIS ناشی می‌شود تنها درباره پویایی درونی TIS است. عوامل برون‌زا نیز وجود داشته و پویایی درونی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. میردال<sup>۲۲</sup> (۱۹۵۷، ص ۱۸) بیان مناسبی از تعامل عوامل درون‌زا و برون‌زای پویایی دارد و معتقد است: «اصلی‌ترین وظیفه علمی... تحلیل روابط علی متقابل در درون نظام و تأثیر عوامل برون‌زا بر نظام با در نظر گرفتن اینرسی (ایستایی) درونی آن است.» برای سیاستگذاری، شناسایی ساختارهای مانع مؤثر شکل‌دهنده ماهیت سیستم اهمیت زیادی دارد. این ساختارها می‌تواند به یکی از شکل‌های زیر باشد:

■ ممکن است طرفداران فناوری جدید سازماندهی ضعیفی داشته باشند و نتوانند مشروعیت مورد نیاز را کسب کنند و در نتیجه در رقابت برای تغییر نهادها برای فناوری جدید موفق عمل نکنند. این ضعف می‌تواند «شکل‌گیری بازار» را با مشکل روبه‌رو سازد که در این صورت کارکرد «تأثیر بر جهت تحقیق» و «تجربه‌های کارآفرینانه» تضعیف می‌شود. ■ قابلیت‌های توسعه‌نیافته مشتریان بالقوه می‌تواند به فقدان یا ضعف تنوع تقاضا و در نتیجه ضعف کارکرد «شکل‌گیری بازار» منجر شود.

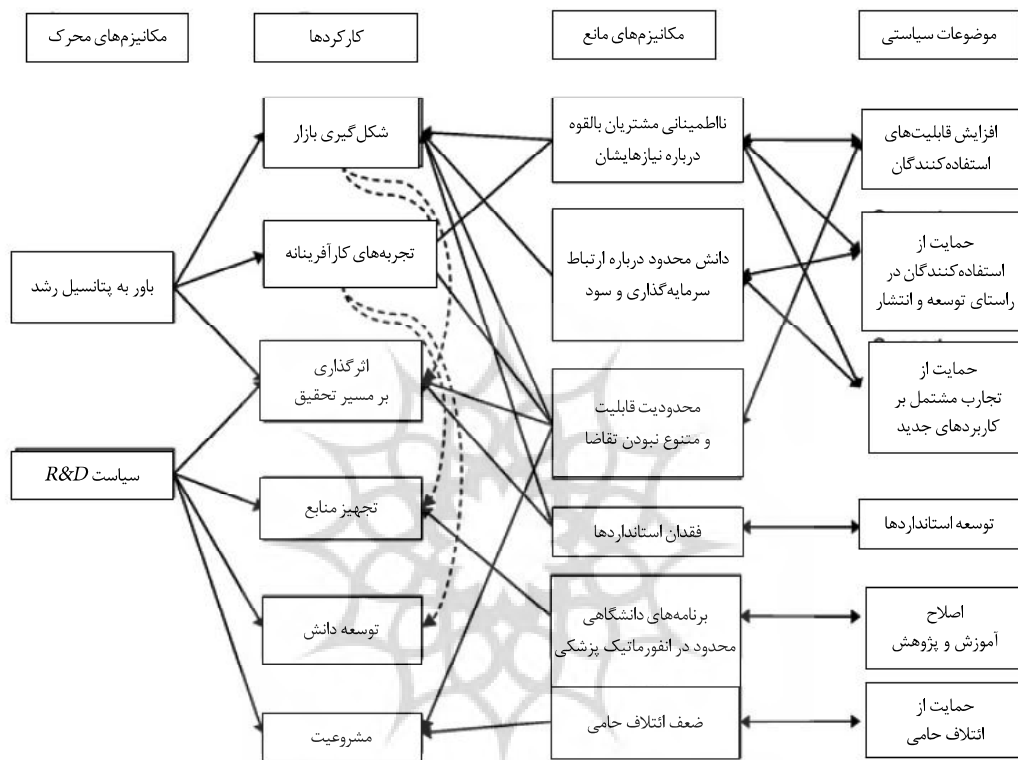
■ ممکن است شبکه‌ها به دلیل ضعف ارتباطات درونی بین بازیگران خود، نتوانند به توسعه فناوری جدید کمک کنند. شبکه‌های بیش از حد منسجم و بسته هم ممکن است بر جهت تحقیق در میان تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان بالقوه خارج از سیستم TIS نیز تأثیرگذار باشند.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، عوامل متفاوت زیادی وجود دارد که می‌تواند مانع توسعه کارکردها شود. مسیر دستیابی به کاربری بالاتر ممکن است با ساختارهای منع‌کننده مختلفی مواجه شود. این ساختارهای مانع ممکن است در فاز شکل‌گیری وجود داشته باشند؛ برخی نیز ممکن است مانع توسعه و حرکت به سمت استقلال بیشتر TIS شوند. منظور از استقلال TIS آن است که برای ادامه فعالیت نیازی به فشارهای بیرونی از سوی سیاستگذاران ندارد.

تدوین ارتباط بین ساختارهای محرک و مانع و الگوهای کارکردی بسیار مفید است. برای مثال در TIS «کاربرد IT در مراقبت‌های خانگی» (مراقبت از بیماران و یا سالمندان در منزل به کمک فناوری اطلاعات به جای بستری کردن آن‌ها در بیمارستان‌ها) اگرچه به دلایل متعدد (ترکیب جمعیتی، فرصت‌های فناورانه، حمایت‌های مالی بخش عمومی و...) قابلیت بالای این TIS برای رشد واضح به نظر می‌رسد، اما این TIS به دلایل زیر همچنان در فاز شکل‌گیری است:

- هیچ استاندارد نرم‌افزاری وجود ندارد و عدم اطمینان بالاست.
- تعداد بنگاه‌های تأمین‌کننده بسته‌های IT محدود است.
- بازارها کوچک و دارای ویژگی عدم اطمینان بالا در ارتباط با انتخاب و استفاده از نرم‌افزارها هستند.
- ائتلاف موجود میان بازیگران TIS ضعیف است.
- تقاضا برای مشتریان با قابلیت‌های توسعه‌نیافته به‌درستی طبقه‌بندی نشده است.
- در این مرحله شکل‌گیری، الگوی کارکردی به شرح زیر خلاصه می‌شود:
- توسعه و انتشار دانش: اجرای پروژه‌های پایلوت در ۲۹۰ کشور
- شکل‌گیری بازار: پروژه‌های پایلوت محلی باعث شکل‌گیری بازارهای اولیه شده‌اند؛ اما این بازار یکپارچه نیست.
- اثرگذاری بر مسیر تحقیق: تأمین منابع مالی تحقیق و توسعه، فرصت‌های شناسایی بازارهای جدید، ارائه جایزه‌های مختلف

- تجربه‌های کارآفرینانه: چند شرکت فناوری اطلاعات محصولات و روش‌هایی ارائه داده‌اند.
- تجهیز منابع: حمایت مالی اتحادیه اروپا و دولت‌ها از تحقیق و توسعه، سرمایه‌گذاری‌های مشترک برخی بنگاه‌ها، تطبیق اندک بخش آموزش عالی.
- مشروعیت: فرایند کسب مشروعیت توسعه‌نیافته به‌ویژه در میان تهیه‌کنندگان خدمات.
- توسعه آثار خارجی مثبت: مراحل اولیه شکل‌گیری برخی آثار خارجی مثبت در ۳ شهر.



شکل ۲. ساختارهای محرک و مانع و مسائل سیاستی درباره IT در مراقبت‌های خانگی (کارکرد توسعه آثار خارجی مثبت از نمودار حذف شده است.)

الگوی کارکردی که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود، ساختارهای محرک و مانع را نمایش می‌دهد. ۲ ساختار محرک اصلی وجود دارد: باور به پتانسیل رشد و سیاست حمایت از تحقیق و توسعه از سوی دولت. عوامل زیادی به مورد اول مرتبط هستند. این ساختار محرک اثر زیادی بر کارکردهای «اثرگذاری بر مسیر تحقیق» ارائه‌کنندگان خدمات مربوطه (مانند شوراهای شهر) و تأمین‌کنندگان (بنگاه‌های فناوری اطلاعات) دارد. در ضمن این ساختار بر دینامیک «شکل‌گیری بازار» (بازارهای اولیه) و تجربه‌های کارآفرینانه نیز تأثیر زیادی دارد. مورد دوم این که ضمن معرفی جذابیت این TIS منابعی را برای پژوهش و تجربه‌های جدید در اختیار قرار می‌دهد. بنابراین کارکردهای اثرگذاری بر مسیر تحقیق، کسب مشروعیت، تجهیز منابع و توسعه و انتشار دانش را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ساختارهای مانع در این TIS قوی هستند. فقدان استانداردها مانعی جدی بر سر راه شکل‌گیری بازار است و موجب شکل‌گیری بازارهای منقطع و ناپیوسته شده است. ۲ عامل آگاهی و قابلیت‌های ضعیف مشتریان بالقوه (که منجر به شکل‌گیری ضعیف تقاضا است) و ضعف دانش تأمین‌کنندگان فناوری اطلاعات درباره نیازهای مشتریان، از موانع اصلی هستند. به‌علاوه این که تجربه‌های کارآفرینانه، اثرگذاری بر مسیر تحقیق و مشروعیت، هر یک با ۲ ساختار محدود شده‌اند. این ۳ مورد یک ساختار مانع مشترک دارند که عبارت است از ضعف قابلیت‌ها و عدم تنوع تقاضا.

برخی ساختارها مانع چند کارکرد هستند. به‌ویژه عدم شفافیت و تنوع تقاضا (به دلیل کمبود قابلیت‌ها) علاوه بر این ۳ کارکرد مانع کارکرد «شکل‌گیری بازار» نیز هست. همچنین کارکردها مستقل نبوده و بر همدیگر تأثیر می‌گذارند. ضعف شکل‌گیری بازار منجر به اثر منفی بر کارکردهای «تجربه‌های کارآفرینانه» و «اثرگذاری بر مسیر تحقیق» می‌شود. ضعف تجربه‌های کارآفرینانه، تجهیز منابع و توسعه و انتشار دانش را محدود می‌کند. برای همین، تأثیر ساختارهای مانع به دلیل وجود این درهم پیوستگی‌ها چند برابر می‌شود. روشن است که هدف سیاست‌ها باید تضعیف ساختارهایی باشد که آثاری فراگیر دارند.

### گام ۶. تعیین موضوعات سیاستی کلیدی

اهداف فرایند در ۴ مرحله فوق تعریف شدند. پس از تبیین دلایل تدوین این اهداف فرایندی و نحوه اندازه‌گیری تحقق آن‌ها، در این گام می‌توان به تعیین موضوعات سیاستی مرتبط با ساختارهای محرک و مانع توسعه یک الگوی کارکردی مطلوب پرداخت. سیاستگذاری در TISها باید ناظر به تقویت / افزودن ساختارهای محرک و تضعیف / از بین بردن ساختارهای مانع باشد. برای سیاستگذاری در TISها باید رویکرد سنتی شکست بازار را کنار گذاشته و از رویکرد شکست سیستم (نظام) با نگاه کارکردی برای تحلیل بهره برد. همان‌طور که در شکل ۲ دیده می‌شود، ۶ موضوع سیاستی مربوط به تضعیف یا از بین بردن ساختارهای مانع آمده است. ۳ مورد از این ۶ موضوع بر مشتریان بالقوه متمرکز است و هدف از آن‌ها از بین بردن مهم‌ترین ساختارهای مانع است:

- چگونه قابلیت‌های مشتریان افزایش و نااطمینانی به عرضه‌کنندگان بالقوه کاهش یابد.
- چگونه از کاربران حمایت کنیم تا درک آن‌ها از مزایای IT در خانه افزایش یافته و دانش مرتبط با محصولات اخیر به منظور کاهش نااطمینانی‌ها منتشر شود.
- چگونه از تجربه‌های بنگاه‌ها در زمینه کاربردهای جدید حمایت کنیم تا نااطمینانی مرتبط با نیازها کاهش یابد.
- علاوه بر این موارد می‌توان سه موضوع دیگر در مورد ساختارهای مانع افزود:
- چگونه استانداردها را توسعه دهیم تا بازارهای ناپیوسته در ۲۹۰ شهر را یکپارچه کنیم.
- چگونه آموزش و پژوهش را در دانشگاه‌ها تغییر دهیم تا تجهیز منابع انسانی (دارای پیشینه مرتبط) به درستی صورت پذیرد.
- چگونه ائتلاف مدافعان را در جهت بهبود فرایند مشروعیت دادن، تقویت کنیم.

بنابراین با تحلیل ضعف‌های الگوی کارکردی TIS می‌توان ساختارهای مانع اصلی را شناسایی کرد که این امر ما را به سوی تعیین نتایج سیاستی مرتبط راهنمایی می‌کند.

### سخن آخر

این مقاله سعی دارد با ارائه رویکردی مناسب برای استغناء عملیاتی از رویکرد سیستم نوآوری، در جهت کمک به پژوهشگران و سیاستگذاران گام بردارد. برای این کار طرحی عملی از تحلیل‌ها که می‌تواند برای تعیین نتایج سیاستی اصلی و اهداف هر TIS به کار برده شود، نمایش داده شده است. در این طرح ۶ مرحله طراحی شده است. هسته اصلی عملیاتی کردن دیدگاه‌های سیستم نوآوری به ارزیابی و تفسیر ۷ فرایند اصلی بازمی‌گردد. مزیت اصلی این چارچوب آن است که بر آنچه از مدل حاصل می‌شود تمرکز دارد، نه بر ساختار مدل.

کاربرد اصلی این چارچوب تعیین شکست‌ها و ضعف‌های سیستم در رابطه با موضوعات کاربردی است. سیاستگذاران همچنین می‌توانند اهداف فرایندی مداخله خود برحسب یک الگوی کارکردی را تعریف کنند. با شرح ماهیت این فرایندها به‌عنوان محصول حاصل از تعادل بین ساختارهای محرک و مانع، رویکرد پویایی‌های کارکردی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار اصلی از طرف سیاستگذارانی که به دنبال تعیین چالش‌های اصلی سیاستی برای حرکت یک TIS خاص به سوی این اهداف فرایندی هستند، مورد استفاده قرار گیرد. یک رویکرد کارکردی علاوه بر آن که شامل یک طرح‌ریزی نظام‌مند از تعداد زیادی از فرایندهای اصلی که به‌تازگی مورد تحقیق قرار گرفته‌اند است، همچنین نشان می‌دهد که دامنه وسیعی از چالش‌های سیاستی ممکن نیز می‌تواند تعریف شود. علاوه بر این،



رویکرد کارکردی امکان بررسی سیاست‌های بدیع و پیچیده‌تر برای اصلاح ساختارها را به دست می‌دهد. (برگگ و همکاران، ۲۰۰۷ ب)

در جریان این طرح تحلیلی، ما به منابع بسیاری از نااطمینانی‌ها، نه تنها آن نااطمینانی‌هایی که در توسعه صنعت همیشگی و ذاتی هستند بلکه همچنین منابعی که تحلیل‌گران در تحقیق در مورد روش‌ها و ابزارهای مفید با آن‌ها مواجه هستند، تأکید کردیم. لازم به ذکر است ما هنوز در ابتدای راه درک چگونگی ظهور و توسعه TISها و نحوه عملکرد آن‌ها هستیم. ابتدا باید مطالعات بیشتری درباره نحوه ارزیابی کاربری TIS صورت پذیرد. در این مقاله دو راه پیشنهاد شد: ارزیابی بر مبنای نیازهای فازهای ویژه توسعه و ارزیابی بر مبنای مقایسه بین سیستم‌ها.

در مرحله دوم، روش مطمئنی که می‌تواند ما را به اهداف مورد نظر برساند، ارزیابی بر مبنای مرحله توسعه سیستم است. به طور ویژه، شناخت فازهای شکل‌گیری توسعه TIS و تعیین ویژگی‌های هر فاز، ضرورت دارد. با توجه به وجود مسیرهای متعدد، ارائه یک دسته‌بندی از مسیرهای توسعه TISها می‌تواند گام مهمی در راستای توسعه مطالعات تجربی در این زمینه باشد.

در مرحله سوم، این دسته‌بندی برای درک گذار از فاز شکل‌گیری به فاز توسعه و نحوه تأمین مالی این انتقال اهمیت زیادی دارد. همان‌طور که در مورد انرژی خورشیدی در هلند گفته شد، لزوماً فاز شکل‌گیری به فاز توسعه منجر نمی‌شود. (جاکسون و برگگ، ۲۰۰۴)

در نهایت باید گفت، این مدل تحلیلی تنها یک مدل اولیه است که باید طی فرایند یادگیری و در خلال فعالیت‌های نظری و تجربی توسعه یابد. بنابراین انتظار می‌رود مطالعات آتی، به‌ویژه مطالعات تجربی منجر به ایجاد تغییراتی در مدل شود.

#### پیوست الف) مرور کارکردهای ارائه‌شده

این مقاله	هکرت و همکاران (۲۰۰۷)	گالی و تیوبال (۱۹۹۷)	ادکویست (۲۰۰۴)	کارلسون و همکاران (۲۰۰۵)	برگگ و جاکسون	ریکن (۲۰۰۰)	جانسون (۱۹۹۸)، برگگ (۲۰۰۱)
توسعه و انتشار دانش	تولید دانش فناورانه	اشاعه تحقیق و توسعه، دانش و فناوری	تدارک D&R	ایجاد یک پایه علمی	خلق دانش جدید	ایجاد سرمایه انسانی	خلق دانش، تسهیل اطلاعات و تبادل دانش
تجربه‌های کارآفرینانه			ایجاد و تغییر نیازهای سازمانی	توسعه تجربه‌های کارآفرینانه			خلق دانش
اثرگذاری بر مسیر تحقیق		ایجاد نهادهای ارائه‌دهنده مشوق	ایجاد مشوق‌ها	راهنمایی مسیر فرایند تحقیق	ایجاد مشوق‌ها	راهنمایی فناوری/ بازار، توسعه و انتشار فرصت‌های فناورانه	شناسایی مشکلات و هدایت مسیر تحقیقات، تدارک مشوق‌ها برای جذب بنگاه‌های جدید، کشف استعداد‌های رشد
شکل‌گیری بازار			ایجاد بازارهای جدید	ایجاد بازارها و شرایط بازار	تسهیل ایجاد بازارها	ایجاد بازار، انتشار دانش	تحریک ایجاد بازار
ایجاد آثار خارجی مثبت	تبادل اطلاعات در شبکه‌ها	انتشار اطلاعات و متخصصان	شبکه‌سازی	توسعه آثار خارجی مثبت	توسعه آثار خارجی مثبت	توسعه شبکه‌سازی	تسهیل تبادل اطلاعات
کسب مشروعیت	مبارزه با مقاومت در برابر تغییر	ایجاد مشروعیت برای بنگاه‌ها		ایجاد نهادهایی برای توسعه نوآوری	طراحی و اعمال نهادها برای توسعه علمی	توسعه شبکه‌های قدرت برای تسهیل فرایند تغییر	توسعه شبکه‌های قدرت برای تسهیل فرایند تغییر
تجهیز منابع	تأمین خدمات علمی و فنی	تأمین منابع مالی برای نوآوران، فراهم کردن خدمات مشاوره و رشد	تأمین منابع مالی برای نوآوران	ایجاد منابع مالی (و انسانی)	تأمین منابع	تسهیل دسترسی به منابع مالی	تأمین منابع

### منابع

1. Andersson, B.A., Jacobsson, S., 2000. Monitoring and assessing technology choice: the case of solar cells. *Energy Policy* 28, 1037–1049.
2. Asheim, B.T., Isaksen, A., 1997. Localisation agglomeration and innovation: towards regional innovation systems in Norway? *European Planning Studies* 5, 299–330.
3. Bergek, A., 2002. Shaping and exploiting technological opportunities: the case of renewable energy technology in Sweden. PhD thesis. Department of Industrial Dynamics, Chalmers University of Technology, Göteborg.
4. Bergek, A., Jacobsson, S., 2003. The emergence of a growth industry: a comparative analysis of the German, Dutch and Swedish wind turbine industries. In: Metcalfe, S., Cantner, U. (Eds.), *Change, Transformation and Development*. Physica-Verlag, Heidelberg, pp. 197–227.
5. Bergek, A., Berggren, C., Tell, F., 2004. Do innovation strategies matter? A comparison of two electro-technical corporations 1988–1998. In: *Proceedings of the Schumpeter Conference, Milano*.
6. Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., Rickne, A., 2005. Analyzing the dynamics and functionality of sectoral innovation systems—a manual, report delivered to VINNOVA, 30 March 2005. In: *The Proceedings of the DRUID Tenth Anniversary Summer Conference 2005*. June 25–27, Copenhagen.
7. Bergek, A., Jacobsson, S., Hekkert, M., 2007a. Functions in innovation systems: a framework for analysing energy system dynamics and identifying goals for system-building activities by entrepreneurs and policy makers. In: Foxon, T., Köhler, J., Oughton, C. (Eds.), *Innovations for a Low Carbon Economy: Economic, Institutional and Management Approaches*. Edward Elgar, Cheltenham.
8. Bergek, A., Jacobsson, S., Hekkert, M., Smith, K., 2007b. Functionality of innovation systems as a rationale for, and guide to innovation policy. In: Smits, R., Kuhlmann, S., Shapira, P. (Eds.), *Innovation Policy, Theory and Practice*. An International Handbook. Elgar Publishers.
9. Bijker, W.E., 1995. *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change*. The MIT Press, Cambridge.
10. Breschi, S., Malerba, F., 1997. Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries. In: Edquist, C. (Ed.), *Systems of Innovation*. Technologies, Institutions and Organizations. Pinter/Cassell Academic, London and Washington.
11. Breschi, S., Malerba, F., Orsenigo, L., 2000. Technological regimes and Schumpeterian patterns of innovation. *The Economic Journal* 110, 388–410.
12. Cantner, U., Graf, H., 2004. Cooperation and specialization in German technology regions. *Journal of Evolutionary Economics* 14, 543–562.
13. Carlsson, B., 2003. The new economy: what is new and what is not? In: Christensen, J.F., Maskell, P. (Eds.), *The Industrial Dynamics of the New Digital Economy*. Edward Elgar, Cheltenham.
14. Carlsson, B., Jacobsson, S., 1993. Technological systems and economic performance: the diffusion of factory automation in Sweden.

14. In: Foray, D., Freeman, C. (Eds.), *Technology and the Wealth of Nations*. Pinter Publishers, London, pp. 77–94.
15. Carlsson, B., Jacobsson, S., 1997. In search of a useful technology policy—general lessons and key issues for policy makers. In: Carlsson, B. (Ed.), *Technological Systems and Industrial Dynamics*. Kluwer Press, Boston, pp. 299–315.
16. Carlsson, B., Stankiewicz, R., 1991. On the nature, function, and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics* 1, 93–118.
17. Carlsson, B., Stankiewicz, R., 1995. On the nature. Function and composition of technological systems. In: Carlsson, B. (Ed.), *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 21–56.
18. Carlsson, B., Jacobsson, S., Holm´en, M., Rickne, A., 2002. Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research Policy* 21, 233–245.
19. Carlsson, B., Jacobsson, S., Bergek, A., 2005. Dynamics of innovation systems—policy-making in a complex and non-deterministic world, under review.
20. Carroll, G., 1997. Long-term evolutionary changes in organizational populations: theory, models and empirical findings in industrial demography. *Industrial and Corporate Change* 6, 119–143.
21. Cooke, P., Uranga, M.G., Etxebarria, G., 1997. Regional innovation systems: institutional and organisational dimensions. *Research Policy* 26, 475–491.
22. Dahm´en, E., 1988. ‘Development blocks’ in industrial economics. *Scandinavian Economic History Review* 36, 3–14.
23. Das, S.S., Van de Ven, A.H., 2000. Competing with new product technologies: a process model of strategy. *Management Science* 46, 1300–1316.
24. Davies, A., 1996. Innovation in large technical systems: the case of telecommunications. *Industrial and Corporate Change* 5, 1143–1180.
25. Dosi, G., 1982. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy* 11, 147–162.
26. Dosi, G., Pavitt, K., Soete, L. (Eds.), 1990. *The Economics of Technical Change and International Trade*. Harvester/Wheatsheaf, New York.
27. Edquist, C., 1997. Systems of innovation approaches—their emergence and characteristics. In: Edquist, C. (Ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Pinter Publishers, London.
28. Edquist, C., 1999. Innovation policy—a systemic approach. TEMA-T Working paper. Linköping University, Linköping.
29. Edquist, C., 2004. Systems of innovation: perspectives and challenges. In: Fagerberg, J., Mowery, D.C., Nelson, R.R. (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press, Oxford.
30. Edquist, C., Johnson, B., 1997. Institutions and organizations in systems of innovation. In: Edquist, C. (Ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Pinter Publishers, London, pp. 41–63.
31. Erickson, W.B., Maitland, I., 1989. Healthy industries and public policy. In: Dutton, M.E. (Ed.), *Industry Vitalization*. Pergamon Press, New York.
32. Freeman, C., 1987. *Technology Policy and Economic Performance*. Pinter Publishers, London.
- Freeman, C., Louc, ˜a, F., 2002. *As Time Goes by. From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford University Press, Oxford.
33. Galli, R., Teubal, M., 1997. Paradigmatic shifts in national innovation systems. In: Edquist, C. (Ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Pinter Publishers, London, pp. 342–370.
34. Geels, F.W., 2004. From sectoral systems of innovation to sociotechnical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy* 33, 897–920.

## پی‌نوشت‌ها

1. Anna Bergek.
2. Staffan Jacobsson.
3. Bo Carlsson.
4. Sven Lindmark.
5. Annika Rickne.
6. Developing Sectoral Innovation Policies for Telecom Sector in Islamic Republic of Iran.
7. Malerba.
8. Metcalfe.
9. Edquist.
10. Liu and White.
11. Actors.
12. Networks.
13. Institutions.
14. Freeman.
15. Lundvall.
16. Nelson.
17. Asheim and Isaksen.
18. Cooke.
19. Breschi.
20. Technological Innovation Systems.
21. Klein and Woolthuis.
22. Bibliometric.
23. Van Lente.
24. Dosi.
25. Geels.
26. Dahmen.
27. Lundvall.
28. Porter.
29. Von Hippel.
30. Rosenberg.
31. Bijker.
32. Hughes.
33. Nursing Markets.
34. Mobail data.
35. Rao.
36. Zimmerman.
37. Zeitz.
38. Oltander and Perez Vico.
39. Scitovsky.
40. Marshall.
41. Niche market.
42. Myrdal.

