

مرور نظام‌مند کارکردهای نظام نوآوری^۱

 20.1001.1.24767220.1404.15.1.6.2

هادی خان محمدی^۲

مجتبی حاجیان حیدری^۳

محمدعلی صادقی‌کیا^۴

چکیده

نوآوری موتور محرکه اقتصادی قرن ۲۱م در محیط ایزوله اتفاق نمی‌افتد؛ نوآوری‌ها در نظام‌های نوآوری رخ می‌دهند. نظام‌های نوآوری مجموعه‌ای از نهادها، سازمان‌ها و روابط میان آن‌ها هستند که برای تأثیرگذاری در فرایندهای نوآوری باید کارکردهای مشخصی داشته باشند. کارکردهایی که هدف غایی تمامی آن‌ها خلق و اشاعه نوآوری است. تاکنون نظریه‌های متعددی پیرامون کارکردهای نظام نوآوری انجام شده که هر یک به ترکیب خاصی از فعالیت‌ها اشاره دارند. در این پژوهش با استفاده از روش مرور نظام‌مند تلاش شد تا مرور کاملی از نظریه‌های پیشین انجام شود. در نهایت با جمع‌بندی کارکردهای پیشین، هفت کارکرد فعالیت‌های کارآفرینانه و استارت‌آپی، توسعه دانش، اشاعه دانش، هدایت مسیر جست‌وجو، بازارسازی، بسیج منابع و مشروعیت‌بخشی معرفی شود.

واژگان کلیدی: نظام نوآوری، تحلیل پویایی نظام نوآوری، تحلیل کارکردی نظام نوآوری، خط‌مشی نظام نوآوری

تاریخ پذیرش: ۲۶ آبان ۱۴۰۳

تاریخ بازنگری: ۲ آبان ۱۴۰۳

تاریخ دریافت: ۱۹ مهر ۱۴۰۳

۱. این مقاله از رساله دکتری دانشگاه علامه طباطبائی تهران با عنوان «تحلیل پویایی خط‌مشی نظام نوآوری؛ مورد مطالعه: صنعت فرش ماشینی ایران» استخراج شده است.

۲. دانشیار گروه مدیریت دولتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

۳. استادیار گروه مدیریت عملیات و فناوری اطلاعات، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

۴. دانشجوی دکتری تخصصی خط‌مشی‌گذاری عمومی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)؛ sadeghikia89@gmail.com

مقدمه

امروزه نوآوری یکی از مؤلفه‌های مهم خط‌مشی‌گذاری اقتصادی محسوب می‌شود. بر پایه دفتر علم و نوآوری انگلستان^۱ نوآوری «نیروی محرکه اقتصاد مدرن» است که «طرح‌ها و دانش را به کالا و خدمت تبدیل می‌کند» (Department of Trade and Industry, 2003). باید توجه داشت ابداعات جدید تا زمانی که به میزان قابل توجهی تجاری‌سازی یا منتشر نشوند و اشاعه نیابند به نوآوری تبدیل نمی‌شوند (OECD, 2005).

نوآوری در کجا رخ می‌دهد؟ معمولاً شرکت‌ها خالق نوآوری‌ها هستند. با این همه، باید توجه داشت که شرکت‌ها هم در یک محیط بسته و ایزوله نوآوری نمی‌کنند بلکه از طریق همکاری با دیگر سازمان‌ها (بازیگران یا بازیکنان) که اجزای نظام‌های نوآوری‌اند این کار را انجام می‌دهند (Edquist et al., 2001). سازمان‌ها و نهادها اجزای نظام‌های خلق و تجاری‌سازی نوآوری‌ها هستند. نوآوری‌ها در چنین نظام‌هایی پدیدار می‌شوند. اجزای اصلی نظام‌های نوآوری، سازمان‌ها، نهادها و نیز روابط بین آن‌هاست. نقش اصلی نظام‌های نوآوری پیگیری فرایندهای نوآوری است (Borrás and Edquist, 2019).

هر نظام مجموعه‌ای از اجزاست که با هم در ارتباط بوده و در یکدیگر اثر می‌گذارند تا هدفی تحقق یابد یا پدیده‌ای شکل بگیرد (Mashayekhi, 2021). نظام نوآوری نیز از این قاعده مستثنا نیست. هدف هر نظام نوآوری تقویت نوآوری به معنای توسعه و اشاعه نوآوری است (Riahi and Ghazi Nouri, 2013).

محققان کارکردهای مختلفی را در زمینه نظام نوآوری پیشنهاد داده‌اند. کارکردها فعالیت‌هایی‌اند که هدف غایی‌شان همان هدف اصلی هر نظام نوآوری یعنی توسعه و اشاعه نوآوری است. به عبارت دیگر، هدف غایی نظام نوآوری با برهم‌کنش منظم و انجام‌شدن کارکردها محقق می‌شود. انجام هر کارکرد یک گام اساسی در تحقق هدف نظام است. درست مثل بدن انسان که حیات آن تنها زمانی حفظ می‌شود که کارکردهای مختلف نظیر گردش خون، گوارش، عصبی و... همگی به‌صورت کامل انجام شوند.

نکته مهم در زمینه کارکردهای نظام نوآوری این است که محققان نوآوری هیچ اتفاق‌نظری ندارد در این مورد که برای رسیدن به هدف سیستم، کدام فعالیت‌های خاص (کارکردها، عوامل تعیین‌کننده) باید در نظر گرفته شوند. به بیان دیگر، هریک از منابع علمی به ترکیب خاصی از کارکردها اشاره کرده‌اند. دلیل این امر آن است که هنوز تحقیقات نوآوری نتوانسته‌اند به اندازه کافی عوامل تعیین‌کننده توسعه و اشاعه انواع مختلف نوآوری را شناسایی کنند (Borrás and Edquist, 2019). به این ترتیب،

پرسش پژوهش آن است که آیا کارکردهای مختلف ارائه‌شده گویای عامل‌های متعددی‌اند یا خیر؟ به‌منظور پاسخ به این پرسش قصد داریم نظریه‌های مختلفی را که پیرامون کارکردهای نظام نوآوری ارائه شده‌اند مروری جامع کنیم. در این راستا، از روش مرور نظام‌مند برای مرور ادبیات مرتبط استفاده خواهیم کرد.

۱. مبانی نظری پژوهش

نوآوری‌ها در محیط ایزوله اتفاق نمی‌افتند بلکه حاصل ارتباط بخش‌های متعدد یک سازمان، ارتباط‌های میان‌سازمانی و ارتباط میان نهادهای مختلف‌اند. فرایندهایی که به نوآوری منجر می‌شوند پیچیده‌اند؛ نوآوری‌ها (اغلب، نه همیشه) با ظهور و اشاعه عناصر جدید دانش، و «تبدیل» آن‌ها به محصولات و فرایندهای جدید تولید مرتبط‌اند. نهادها^۲ یا قوانین بازی که مشوق‌ها یا موانع نوآوری‌اند شکل‌دهنده رفتار سازمان‌ها هستند. این سازمان‌ها و نهادها اجزای نظام‌های خلق و تجاری‌سازی نوآوری‌ها هستند. نوآوری‌ها در چنین نظام‌های نوآوری پدیدار می‌شوند. اجزای اصلی نظام‌ها شامل سازمان‌ها و نهادها و نیز روابط بین آن‌هاست. وظیفه اصلی نظام‌های نوآوری پیگیری فرایندهای نوآوری است (Borrás and Edquist, 2019).

چندین رویکرد به نظام نوآوری وجود دارد. به لحاظ مفهومی، رویکردهای مختلف قابل‌مقایسه‌اند، زیرا تفاوت بین آن‌ها عمدتاً به موضوع تحدید جغرافیایی و/یا فنی-اقتصادی (مرزهای سیستم) مربوط است. از سوی دیگر، هر رویکرد تمرکز تحقیقاتی خاص خود را دارد و این امر یک نوعی سنت پژوهشی ازجمله روش‌شناسی ترجیحی و تفاوت در اهمیت نسبی متغیرهای توضیحی را به همراه دارد. رویکرد نظام‌های نوآوری ملی^۳ قدیمی‌ترین و کاربردی‌ترین رویکرد نظام نوآوری است (Lundvall, 1992). در اینجا دولت ملی واحد تحلیل است. لوندوال (۱۹۹۲) نظام‌های ملی نوآوری را این‌گونه تعریف می‌کند:

«عناصر و روابطی که در تولید، اشاعه و استفاده از دانش جدید و به لحاظ اقتصادی مفید با هم تعامل دارند و در داخل مرزهای دولت ملی قرار داشته یا ریشه در داخل آن دارند.»

این تنها تعریفی است که به دولت ملی به‌منزله مرز سیستم اشاره می‌کند. هدف اصلی بیشتر مطالعات نظام‌های نوآوری ملی ارزیابی عملکرد نوآوران یک کشور است. مطالعات نظام‌های نوآوری ملی معمولاً انواع مختلف کشورها را این‌گونه مقایسه می‌کنند: چرا برخی در تحقق نوآوری و رشد اقتصادی موفق‌تر از دیگران‌اند (Freeman, 1987; Nelson, 1993; Lundvall, 1992). این نوع مقایسه معمولاً بر حضور و ماهیت بازیگران و نهادهای ملی مانند مؤسسات تحقیقاتی، شبکه‌های صنعتی و

2. institutions

3. National Innovation Systems (NIS)

1. UK office of Science and Innovation

را توضیح می‌دهد (Malerba and Orsenigo, 1996). از آنجایی که رژیم فناورانه احتمالاً در طول زمان با تکامل یک صنعت تغییر می‌کند، تجزیه و تحلیل امکاناتی را برای دیدگاه پویا ارائه می‌دهد، اگرچه معمولاً صنایع یا شاخه‌های کاملاً تعریف شده به مانند نقطه عزیمت در نظر گرفته می‌شوند و در نتیجه دیدگاه آن را در مورد پویایی محدود می‌کنند (Carlsson et al., 2002a). در نهایت، برخی از نویسندگان بر نظام‌های نوآوری فناورانه تمرکز می‌کنند (Carlsson jacobsson., 2004؛ et al., 2002b؛ Carlsson and Stankiewicz, 1991؛ Ja-cobsson, S., and Johnson, 2000). نظام‌های نوآوری فناورانه را طبق تعریف کارلسون و استانکویچ تعریف می‌کنیم: «[یک] شبکه پویا از عواملی که در یک منطقه اقتصادی/صنعتی خاص تحت یک زیرساخت نهادی خاص تعامل دارند و در تولید، انتشار و استفاده از فناوری نقش دارند.» (Carlsson and Stankiewicz, 1991).

نقطه شروع اصلی تجزیه و تحلیل نظام‌های نوآوری فناورانه یک منطقه جغرافیایی یا بخش صنعتی نیست، بلکه یک فناوری یا یک زمینه فناورانه است. هدف بیشتر مطالعات نظام‌های نوآوری فناورانه تجزیه و تحلیل و ارزیابی توسعه یک نوآوری خاص از نظر ساختارها و فرایندهایی است که آن را پشتیبانی می‌کند (یا مانع آن می‌شوند). از این نظر، این رویکرد را می‌توان گونه‌ای خردگراتر از مفهوم نظام‌های نوآوری بخشی در نظر گرفت. در واقع، یک نظام نوآوری بخشی را ممکن است مجموعه‌ای از نظام‌های فناورانه مرتبط و تا حدی هم‌پوشان در نظر گرفت که هریک خود شامل مجموعه دیگری از فناوری‌های اصلی است (Hekkert et al., 2007؛ Markard and Truffer, 2008؛ Negro, 2007). در «جدول ۱» مزایا و معایب رویکردهای مختلف به نظام نوآوری به دقت مقایسه شده‌اند.

نظام‌های سیاسی متمرکز است. دیدگاه کلان رویکرد نظام‌های ملی نوآوری به منزله یک ابزار اکتشافی برای تجزیه و تحلیل خط‌مشی عمل می‌کند، اما به منزله یک چهارچوب تحقیقاتی استفاده از آن محدودیت دارد، زیرا شامل بازیگران و مؤسسات بی‌شماری می‌شود. پیچیدگی چنین سیستم عظیمی، به ویژه در زمینه تعاملات، ابعاد چشمگیری دارد. در نتیجه، بیشتر مطالعات بر ایستاشناسی (مقایسه‌ای) تمرکز دارند (Carlsson et al., 2002a, 2002b).

به تازگی، رویکرد نظام‌های نوآوری منطقه‌ای^۱ توسعه یافته است. طرح اصلی آن شبیه به رویکرد نظام نوآوری ملی است، با این تفاوت که در عوض واحد تحلیل یک منطقه است (Cooke et al., 1997؛ Saxenian, 1994). هدف از مطالعات نظام‌های نوآوری منطقه‌ای ارزیابی عملکرد نوآورانه یک منطقه است. مشارکت اصلی محققان نظام‌های نوآوری منطقه‌ای مشاهده این است که فاصله مهم است: یعنی فاصله جغرافیایی بین بازیگران تأثیر بسزایی در عملکرد نوآورانه منطقه دارد. مطالعات نظام‌های نوآوری منطقه‌ای بیشتر بر سطح خرد تمرکز دارند، از جمله تجزیه و تحلیل در سطح (شبکه‌های) شرکت‌ها و سایر سازمان‌ها. تمرکز بر سطح خرد، امکان رویکرد پویا را فراهم می‌کند و در واقع، بسیاری از مطالعات نظام‌های نوآوری منطقه‌ای بعد تاریخی دارند (Carlsson et al., 2002b). رویکردهای نظام‌های نوآوری ملی و نظام‌های نوآوری منطقه‌ای معمولاً به تجزیه و تحلیل دقیق فرایندهای نوآوری فناورانه توجهی ندارند.

رویکرد نظام‌های نوآوری بخشی^۲ (Malerba, 2002؛ Malerba, 2004)، به جای جهت‌گیری جغرافیایی، بر سطح بخش صنعتی تمرکز می‌کنند. این رویکرد به صراحت از داده‌های شرکت (تجمیع) به مثابه مبنای تجزیه و تحلیل تجربی استفاده می‌کند. این رویکرد به اصطلاح فناورانه (Dosi, 1982؛ Dosi, 1984) تفاوت فعالیت‌های نوآورانه صنایع در بخش‌های مختلف

جدول ۱: سطوح تحلیل نظام‌های نوآوری (Botta et al., 2015)

معایب	مزایا	سطوح تحلیل
- در بسیاری از کشورها، تعداد اندکی از صنایع/مناطق پیشران‌های اصلی نوآوری هستند؛ - فقدان تمرکز بر بازار/تقاضا.	- سطوح تحلیل پایین‌تر مبتنی بر فهم عناصر ملی فراگیر انجام می‌شود؛ - رشد طولانی مدت باید متعادل باشد و این مستلزم شرایط بین بخشی خوب برای نوآوری است که به بهترین وجه در سطح ملی یا منطقه‌ای تجزیه و تحلیل می‌شود.	ملی
- موفقیت یک منطقه در واقع می‌تواند موفقیت یک بخش باشد (جغرافیا ممکن است به تحلیل مربوط نباشد)؛ - اگر در مناطق مختلف بومی‌سازی شوند، برخی از بخش‌های مرتبط زنجیره ارزش در تحلیل گنجانده نمی‌شوند؛ - فقدان تمرکز بر بازار/تقاضا.	- به توضیح اینکه چرا یک منطقه جغرافیایی خاص در نوآوری موفق‌تر از سایر مناطق در همان کشور است (مثلاً دره سیلیکون) کمک می‌کند؛ - رشد طولانی مدت باید متعادل باشد و این مستلزم شرایط بین بخشی خوب برای نوآوری است که به بهترین وجه در سطح ملی یا منطقه‌ای تجزیه و تحلیل می‌شود.	منطقه‌ای

1. Regional Innovation Systems (RIS)

2. Sectoral Innovation Systems (SIS)

معایب	مزایا	سطوح تحلیل
- نیاز به تکرار برای تمامی بخش‌های موردعلاقه؛ - نیاز به تلاش بیشتر برای دستیابی به پدیده هم‌گرایی بین بخش‌ها/ فناوری‌ها.	- درک جزئی تهدیدها/ فرصت‌های مربوط به بخش؛ - تجزیه و تحلیل داده‌های اقتصادی بخش را مطابقت می‌دهد؛ - برنامه‌ریزی و خط‌مشی‌های دولتی، و تجزیه و تحلیل شرکت‌ها که تمایل به بخشی‌بودن یا فناوری خاص دارد، توصیه‌های سیاستی را اجرashدنی‌تر می‌کند؛ - معمولاً شامل تجزیه و تحلیل طرف تقاضاست.	بخشی
- نیاز به تکرار برای تمامی بخش‌های موردعلاقه؛ - شناسایی سطح مناسب تفکیک فناوری دشوار است؛ - نیاز به تلاش بیشتر برای دستیابی به پدیده هم‌گرایی بین بخش‌ها/ فناوری‌ها.	- درک جزئی تهدیدها/ فرصت‌های مربوط به بخش؛ - برنامه‌ریزی و خط‌مشی‌های دولتی، و تجزیه و تحلیل شرکت‌ها که تمایل به بخشی‌بودن یا فناوری خاص دارد، توصیه‌های سیاستی را اجرashدنی‌تر می‌کند؛ - معمولاً شامل تجزیه و تحلیل طرف تقاضاست.	فناورانه

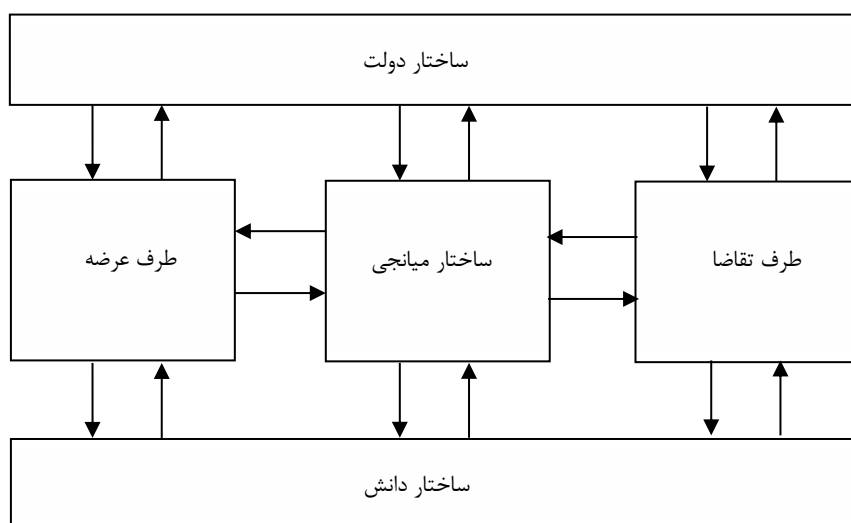
- ساختار دانش شامل تمامی بازیگران، نهادها و فناوری‌هایی است که از طریق تولید، ارزیابی و انتقال دانش از سایر زیرسیستم‌ها پشتیبانی می‌کنند، برای مثال دانشگاه‌ها و سایر سازمان‌های نظام آموزشی.

- زیرسیستم دولتی شامل عوامل ساختاری مربوط به حوزه خط‌مشی است. بازیگران این زیرسیستم شامل وزارتخانه‌ها و سایر سازمان‌های دولتی و همچنین استان‌ها و شهرداری‌هاست. نمونه‌ای از نهادها، قوانین و مقررات است که ولت صادر می‌کند. - درنهایت، ساختار میانجی شامل عوامل ساختاری است که از روابط و تعاملات بین زیرسیستم‌ها پشتیبانی می‌کنند. ازجمله بازیگران این زیرسیستم، یک کارگزار دانش یا یک مؤسسه استانداردسازی است. نمونه‌هایی از نهادهای مهم برنامه‌های خط‌مشی‌ای هستند که برای تحریک همکاری‌ها، مثلاً بین محققان و شرکت‌ها یا بین دولت‌ها و شرکت‌ها، انجام می‌شوند.

هر نظام نوآوری شامل پنج جزء یا زیرسیستم است؛ ساختار دولت، ساختار سمت عرضه، ساختار سمت تقاضا، ساختار دانش و ساختار میانجی.

- سمت عرضه تمام ساختارهای درگیر در تولید و عرضه مصنوعات و دانش فناورانه را پوشش می‌دهد. سمت عرضه معمولاً شامل صنایع و همچنین مؤسسات تحقیقاتی است. نمونه‌هایی از نهادهای مهم این قسمت عبارت‌اند از جست‌وجوهای معمول، استانداردهای کیفیت و همچنین دیدگاه‌های مشترک موردتوافق از بازار آینده.

- سمت تقاضا مربوط به استفاده از فناوری است. بازیگران سمت تقاضا مصرف‌کنندگان نهایی و همچنین شرکت‌ها و دولت‌ها هستند. نمونه‌ای از یک نهاد فعال در این زیرسیستم قانون مالیاتی است که محرک تقاضا برای کاربرد خاصی از فناوری و نوآوری است.



شکل ۱: زیرسیستم‌های نظام نوآوری (Suurs, 2009)

نوآوری داشته باشیم، اما، همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، تاکنون هیچ اتفاق نظری بین محققان نوآوری نبوده است در مورد اینکه کدام فعالیت‌های خاص (کارکردها، عوامل تعیین‌کننده) باید در نظر گرفته شوند. به بیان دیگر، منابع علمی متعددی در دست است که هریک به ترکیب خاصی از کارکردها اشاره کرده‌اند. دلیل این امر آن است که هنوز تحقیقات نوآوری نتوانسته‌اند به اندازه کافی عوامل تعیین‌کننده توسعه و اشاعه انواع مختلف نوآوری را شناسایی کنند.

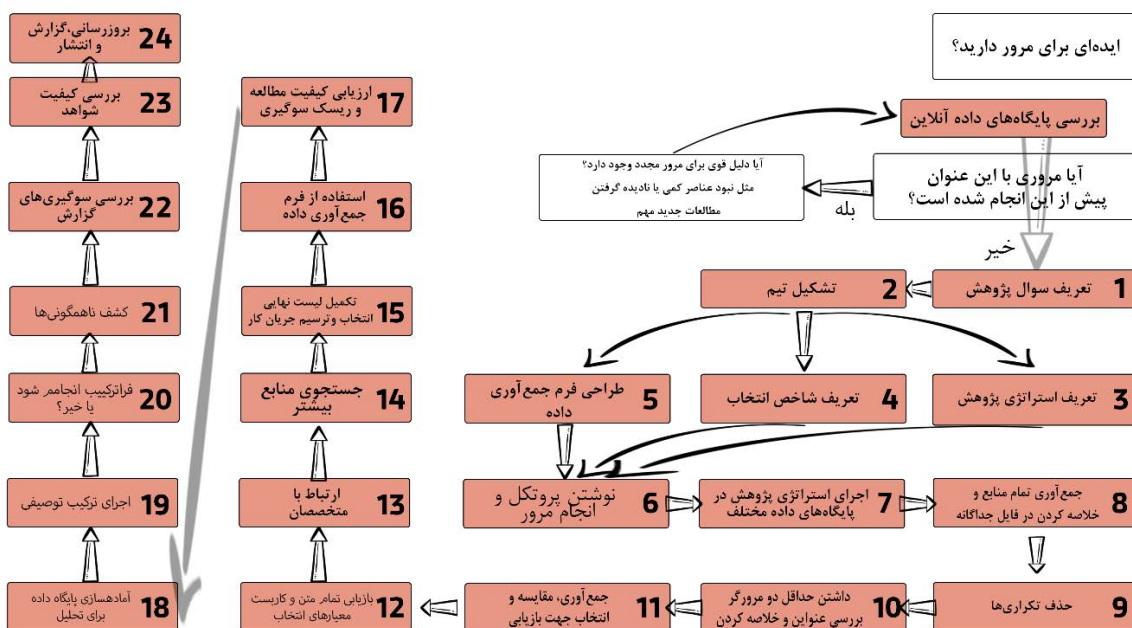
۲. روش پژوهش

تکرارپذیری و شفافیت ازجمله ویژگی‌های مرور نظام‌مند است که هنگام جمع‌بندی ادبیات نظری، سوگیری مرور را کاهش می‌دهد (Tranfield et al., 2003). در این پژوهش به‌منظور مرور نظام‌مند از دستور ۲۴ مرحله‌ای موکا و همکاران (2020) استفاده شد.

بااین‌همه، برای درک عوامل تعیین‌کننده تغییر، آگاهی از ساختار ایستای فعلی سیستم‌های نوآوری کافی نیست. در حالت ایدئال، به دنبال آنیم که پویایی‌های سیستم‌های نوآوری را درک کنیم تا به درک بهتری برسیم از آنچه واقعاً در این سیستم‌ها رخ می‌دهد. بنابراین، باید فعالیت‌هایی را ترسیم کنیم که در داخل سیستم انجام می‌شود، زیرا فرایند تغییر نتیجه فعالیت‌های بسیار زیادی است که با یکدیگر ارتباط دارند (Hekkert et al., 2007). به این فعالیت‌ها، کارکردهای نظام نوآوری می‌گوییم.

تحلیل کارکردی نظام‌های نوآوری چندین مزیت دارد. مزیت اصلی تجزیه و تحلیل کارکردی این است که می‌توانیم ساختار را از محتوا جدا کنیم و بیشتر به جای شناخت اجزای نظام نوآوری، بر روی آنچه واقعاً در نظام نوآوری اتفاق می‌افتد تمرکز کنیم. مزیت دیگر تحلیل کارکردی این است که می‌توانیم علاوه بر تدوین اهداف خط‌مشی، مشکلات خط‌مشی را نیز شناسایی کنیم (Bergek et al., 2005).

برای این منظور باید ابتدا شناخت خوبی از کارکردهای نظام



شکل ۲: چک‌لیست ۲۴ مرحله‌ای: مراحل طراحی و اجرای مرور نظام‌مند و فراترکیب (Muka et al, 2020)

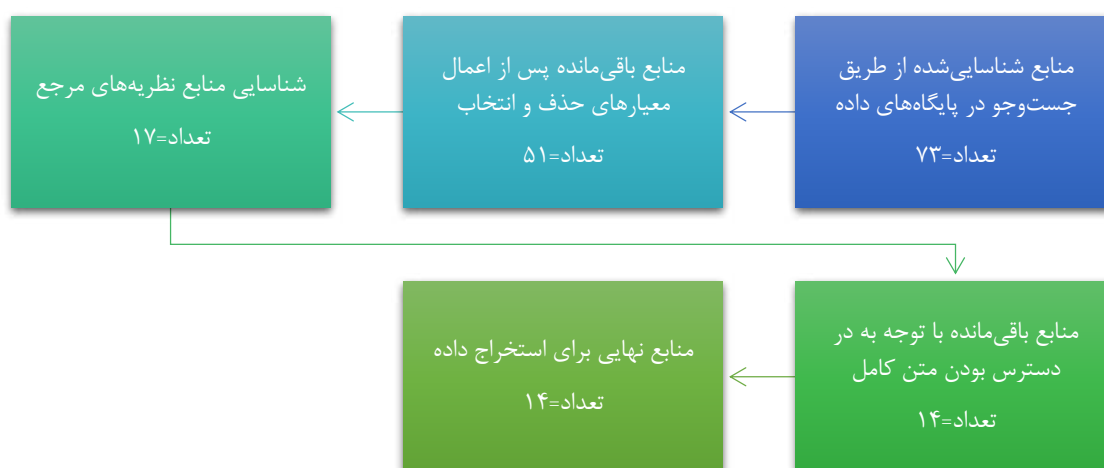
«فعالیت‌ها در نظام نوآوری»، «پویایی نظام نوآوری»، «الگوی کارکردی نظام نوآوری»، «تحلیل نظام نوآوری»، «تحلیل کارکردی نظام نوآوری» و «مقایسه نظام‌های نوآوری» کلمات کلیدی جست‌وجو را تشکیل دادند. در گام چهارم، معیارهای انتخاب و حذف مقالات مشخص شدند.

بر اساس این راهنما، مرحله اول تعیین پرسش پژوهش است که در این تحقیق، «کارکردهای نظام نوآوری» است. نویسندگان در پی آن‌اند تا مرور کاملی بر کارکردهای نظام نوآوری داشته باشند. در گام دوم، گروه سه‌نفره محققان تشکیل شد. در گام سوم، به‌منظور دقیق‌ترکردن فرایند مرور، کلمات کلیدی و راهبرد جست‌وجو مشخص شدند؛ «کارکردهای نظام نوآوری»،

معیارهای انتخاب
- مقالات به زبان انگلیسی باشند.
- به‌صورت خاص پیرامون کارکردهای نظام نوآوری بحث کرده و پاسخ‌گوی پرسش پژوهش باشند.
- محل رجوع سایر مقالات و مقاله اصلی باشد.
معیارهای حذف
- تنها به مقاله اصلی ارجاع شود و سایر مقالاتی که نظریه مشابه را در جایگاه چهارچوب برای خود برگزیده‌اند حذف شوند.
- مقالاتی تکراری پایگاه‌های داده مختلف حذف شوند.
- چنانچه منبع اصلی در دسترس نباشد، از فهرست مرور خارج شود.

با مطالعه هر نظریه جدید، در صورتی که کارکرد مورد نظر با کارکرد بیان شده در سایر مقالات مشابه بود، در یک ستون و در صورتی که کارکرد جدیدی مطرح شده بود در ستون جدید نوشته می‌شد. در گام هفتم جست‌وجو در پایگاه‌های داده و مجلات انجام شد. از جمله آن‌ها می‌توان به گوگل اسکالر، ساینس دایرکت، انتشارات سیج، ریسرچ گیت، ریسرچ پالسی، ساینس اند پابلیک پالسی^۱ و ... اشاره کرد. در گام هشتم مشخصات کتاب‌شناختی منابع جمع‌آوری شد. در گام نهم تا پانزدهم، معیارهای انتخاب و حذف بر منابع اعمال، موارد تکراری حذف و نهایتاً موارد منتخب مطالعه شدند.

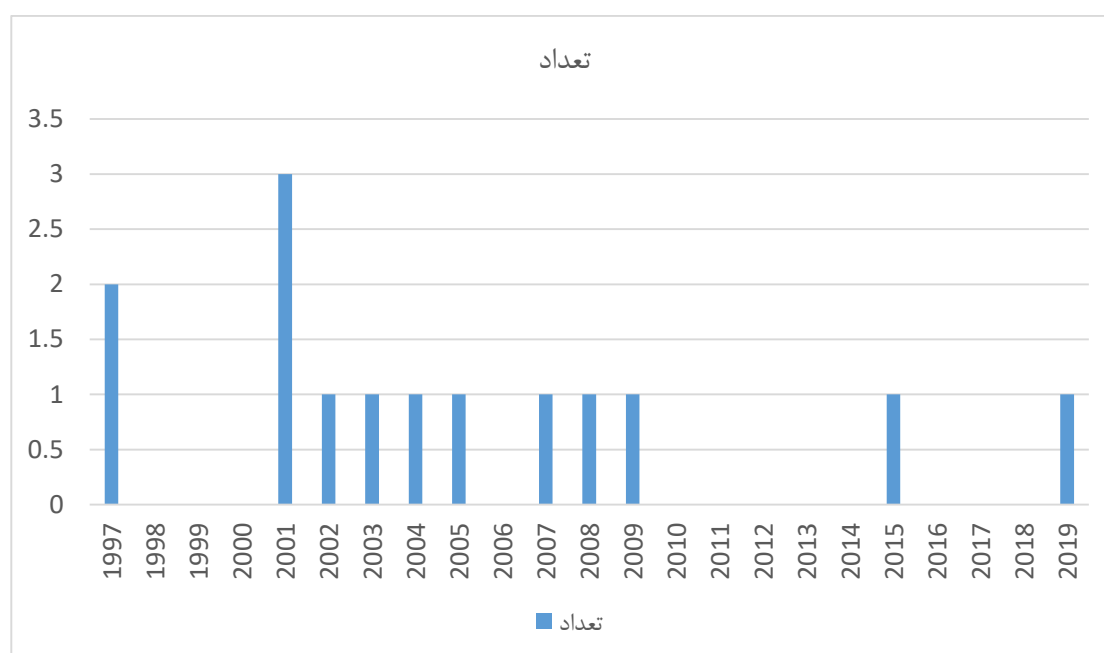
در گام پنجم، برگه استخراج داده از منابع سامان‌دهی شد. این فرم شامل نام نویسندگان در ردیف و ستون‌هایی بود که مقرر شد هر کارکرد جداگانه در یک ستون مجزا نوشته شود. در گام ششم شیوه‌نامه مرور مشخص شد تا سوگیری پژوهشگران کاهش یابد. در واقع، مقرر شد که پژوهشگران به‌صورت مجزا، بر اساس توضیح کارکردهای یادشده در هر منبع، کارکردهای مشابه زیر هم نوشته شده است. به‌صورت دقیق‌تر، هر پژوهشگر به‌صورت جداگانه نام نویسندگان مقاله‌های منتخب را در ردیف‌ها می‌نوشت و سپس با مطالعه دقیق و چندین باره توضیحات کارکردها، کارکردهای جداگانه را شناسایی و آن‌ها را در ستون مجزا می‌نوشت. در ادامه



شکل ۳: روند انتخاب و گزینش منابع (Liberati et al., 2009)

در گام‌های شانزده تا نوزدهم پژوهشگران داده‌ها را به صورت مستقل در قالب جدولی مشتمل بر نام نویسندگان و کارکردهای مدنظر آن‌ها به شیوه‌ای که پیش‌تر اشاره شد، استخراج شد. در گام‌های بیست تا بیست و سوم جدول هر پژوهشگر به دیگری داده شد تا ارزیابی کنند و نکات خود را بیان کند. این کار تا زمان رسیدن به نظرگاه واحد پیرامون کارکردها ادامه یافت. سرانجام در گام بیست و چهارم، جدول نهایی به منظور انتشار تهیه شد.

در شکل بعدی فراوانی منابع مرجع و روند انتشار آن‌ها نمایش داده است. همان‌طور که مشخص است تراکم منابع بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ در مقایسه با سایر بازه‌ها بیشتر است. این امر این فرضیه را در شکل ذهن می‌دهد که، علی‌رغم اختلاف نظر صاحب‌نظران بر کارکردهای نظام نوآوری و استفاده از ترکیب‌های مختلف این کارکردها، شاهد نوعی بلوغ در بحث کارکردها هستیم.



شکل ۴: نمودار مرور نظام‌مند کارکردهای نظام نوآوری در نظریه‌های مختلف

همان‌طور که در روش‌شناسی نیز توضیح داده شد، کارکردهای یکسان در نظریه‌های مختلف در یک ستون نوشته شده‌اند.

جدول ۱: سطوح تحلیل نظام‌های نوآوری (Botta et al., 2015)

(Borrás and Edquist, 2019)	- تدارک نتایج تحقیق و توسعه	- بیان الزامات کیفیت محصول جدید - ایجاد و تغییر نهادها	- تشکیل بازارهای محصولات جدید - بیان الزامات کیفیت محصول جدید	- یادگیری تعاملی، شبکه‌سازی، و ادغام دانش	- ایجاد و تغییر نهادها	- تأمین مالی نوآوری - فعالیت‌های انکوباتوری - ارائه خدمات مشاوره‌ای - شایستگی‌سازی	- ایجاد و تغییر سازمان‌ها
----------------------------	-----------------------------	---	--	---	------------------------	---	---------------------------

(Botta et al., 2015)	- تولید دانش	- بازارسازی	- اشتراک‌گذاری دانش	- دسترسی به تأمین مالی - پرورش مهارت‌های لازم برای نوآوری	
(Bergek et al., 2005)	- توسعه دانش	- بازارسازی	- توسعه اثرهای جانبی مثبت - انتشار دانش	- مشروعیت‌بخشی	- بسیج منابع
(Hekkert et al., 2007)	- توسعه دانش	- بازارسازی	- انتشار دانش از طریق شبکه‌ها	- خلق مشروعیت/ خنثی کردن مقاومت در برابر تغییر	- بسیج منابع
(Hekkert and Negro, 2009)	- توسعه دانش	- بازارسازی	- انتشار دانش از طریق شبکه‌ها	- خلق مشروعیت/ خنثی کردن مقاومت در برابر تغییر	- بسیج منابع
(John-son and Jacobsson, 2001)	- خلق دانش جدید	- هدایت در فرایند جست‌وجو	- تسهیل شکل‌گیری بازارها	- تسهیل خلق اثرهای خارجی مثبت	- تأمین منابع
(Bergek, 2002)	- خلق دانش جدید	- شناسایی مشکلات - ارائه انگیزه ورود شرکت‌ها به نوآوری - هدایت برای جست‌وجو - شناسایی پتانسیل رشد	- تحریک/ ایجاد بازارها	- تسهیل تبادل دانش و اطلاعات	- مقابله با مقاومت در برابر تغییر
(Bergek et al., 2008)	- توسعه دانش	- تأثیر در مسیر جست‌وجو	- بازارسازی	- توسعه اثرهای خارجی مثبت - اشاعه دانش	- مشروعیت‌بخشی
(Bergek and Jacobsson, 2003)	- خلق دانش جدید	- هدایت در فرایند جست‌وجو	- تسهیل شکل‌گیری بازارها	- تسهیل خلق اثرهای خارجی مثبت	- تأمین منابع
(Liu and White, 2001)	- تحقیق و توسعه - آموزش	- استفاده نهایی	- به‌هم‌پیوستگی	- تولید	

(McKelvey, 1997)	- انتخاب از میان بدیل‌ها	- حفظ و انتقال اطلاعات	- تولید تازگی
(Galli, and Teubal, 1997)	- سیاست‌گذاری توسط دفاتر دولتی، دفاتر ارزیابی فناوری، آکادمی‌ها، دانشگاه‌ها، مجامع موقت، کمیته‌ها و شوراهای ملی و غیره	- هماهنگی حرفه‌ای - انتشار اطلاعات، دانش و فناوری	- طراحی و اجرای نهادهای مربوط به حق ثبت اختراع، قوانین، استانداردها و غیره - اشاعه فرهنگ علمی
(Johnson, 2001)	- فراهم کردن مشوق برای شرکت‌ها به منظور مشارکت در کار نوآورانه - هدایت به منظور جست‌وجو (تأثیر در مسیری که بازیگران/ منابع در آن مستقر می‌شوند) - شناسایی ظرفیت رشد (شناسایی امکانات فناورانه و قابلیت اقتصادی) - کاهش نبود اطمینان اجتماعی درباره نحوه رفتار و واکنش دیگران	- تسهیل تبادل اطلاعات و دانش	- مقابله با مقاومت در برابر تغییری که ممکن است در زمان معرفی یک نوآوری در جامعه ایجاد شود (مشروعیت بخشی به نوآوری)
(Jacobsson et al., 2004)	- هدایت به منظور فرایند جست‌وجو	- تسهیل ایجاد اثرهای خارجی مثبت (در قالب تبادل اطلاعات، دانش و دیدگاه‌ها)	- تأمین منابع

کارکرد ۱: فعالیت‌ها و آزمایش‌های کارآفرینانه و استارت‌آپی

فعالیت کارآفرینانه اساسی‌ترین فعالیت هر نظام نوآوری است به گونه‌ای که بدون آن اساساً نظام نوآوری معنا نخواهد داشت. کارآفرینان افرادی‌اند که از ظرفیت دانش، شبکه‌ها و بازار برای خلق فرصت‌های تجاری استفاده می‌کنند. این همان چیزی است که در مکتب تکاملی از آن به منزله تولید تنوع یاد می‌شود. کارآفرینان ممکن است تازه‌واردانی باشند که دنبال ورود به صنعت

فعالی‌اند یا شرکت‌های جاافتاده‌ای باشند که به منظور کسب مزیت رقابتی و جلوگیری از ورود سایرین به ابتکار دست می‌زنند. نظام‌های نوآوری تحت بدون قطعیت‌های قابل توجهی از نظری فناوری‌ها، برنامه‌های کاربردی و بازارها تکامل می‌یابند. این نبود قطعیت‌ها ویژگی اساسی توسعه فناورانه و صنعتی است و به مراحل تکامل نظام‌های نوآوری هم محدود نمی‌شود. آزمایش و آزمون و خطای کارآفرینان به منظور غلبه بر نبود قطعیت حاصل

تولید مواد، محصولات یا دستگاه‌های جدید منجر می‌شود، برای استقرار فرایندها، سیستم‌ها و خدمات جدید یا بهبود مشهود آن‌هایی که قبلاً تولید و مستقر شده‌اند استفاده می‌کند.

سازوکارهای یادگیری در قلب هر فرایند نوآوری قرار دارند. این یادگیری می‌تواند هم در محیط تحقیقاتی و هم در زمان آزمایش و اجرای طرح‌های جدید رخ بدهد. به گفته لوندوال: اساسی‌ترین منبع در اقتصاد مدرن دانش و بر این اساس، مهم‌ترین فرایند یادگیری است. بنابراین، تحقیق و توسعه و توسعه دانش پیش‌نیازهای نظام نوآوری‌اند. این کارکرد شامل «یادگیری به واسطه جست‌وجو»^۴ و «یادگیری به واسطه انجام‌دادن»^۵ است.

سه شاخص رایج برای نگاشت این کارکرد در طول زمان عبارت‌اند از: (۱) طرح‌های تحقیق و توسعه، (۲) ثبت اختراع، و (۳) سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه. این شاخص‌ها تلاش‌های انجام‌شده برای توسعه دانش را به تصویر می‌کشد. به‌منظور بررسی عملکرد و برانداز وضعیت فعلی فناوری می‌توان از منحنی‌های یادگیری استفاده کرد.

کارکرد ۳: اشاعه و سرریز دانش از طریق شبکه‌ها

وظیفه اصلی شبکه‌ها تبادل اطلاعات است. تبادل اطلاعات در یک محیط تحقیق و توسعه دقیق، به‌ویژه در یک زمینه ناهمگن (محل تلاقی تحقیق و توسعه با دولت، رقبا و بازار) مهم است. در اینجا تصمیمات خط‌مشی (استانداردها، اهداف بلندمدت) باید با آخرین بینش‌های فناوریانه سازگار باشد و درعین‌حال، برنامه‌های تحقیق و توسعه باید تحت‌تأثیر هنجارها و ارزش‌ها در حال تغییر باشد. به این ترتیب، فعالیت شبکه می‌تواند پیش‌شرط «یادگیری از طریق تعامل» در نظر گرفته شود. هنگامی که به شبکه‌های تولیدکننده کاربر مربوط می‌شود، می‌توان آن را «یادگیری با استفاده» نیز در نظر گرفت.

در برخی نظریه‌ها این کارکرد با عنوان شبکه‌سازی یا توسعه اثرهای جانبی نیز مطرح شده است. در جمع‌بندی ادبیات، عبارت «اشاعه و سرریز دانش از طریق شبکه‌ها» به این دلیل انتخاب شد که نه تنها بیانگر اهمیت توسعه و اشاعه دانش است، بلکه در دل خود به ماهیت تعاملی و پویایی نظام نوآوری نیز اشاره دارد. درواقع، همچون برگک و همکاران (2005) بر آنیم که نمی‌توان به شبکه‌سازی به‌منزله یک کارکرد مجزا اشاره کرد.

این کارکرد را می‌توان با نگاشت تعداد کارگاه‌ها و همایش‌های مختص یک موضوع فناوری خاص، و با ترسیم اندازه و شدت شبکه در طول زمان تجزیه و تحلیل کرد.

از ترکیب عناصر جدید دانش، فناوری و طرح‌ها ضروری است. با آزمایش، می‌توان دانش بیشتری درباره عملکرد فناوری در شرایط مختلف جمع‌آوری کرد. علاوه‌براین، واکنش مصرف‌کنندگان، دولت، رقبا و تأمین‌کنندگان قابل‌ارزیابی است. با آزمایش، بسیاری از اشکال یادگیری اتفاق می‌افتد.

حضور کارآفرینان فعال اولین و اصلی‌ترین نشانه عملکرد و حیات هر نظام نوآوری است. چنانچه خللی در فعالیت کارآفرینانه ایجاد شود، می‌توان اثرهای آن را در کارکردهای دیگر نیز مشاهده کرد. البته به گفته هکرت و همکاران (2007) عملکرد یک نظام نوآوری بیشتر به سایر کارکردها بستگی دارد. یک نظام نوآوری ایدئال باید مشوق فرهنگ کارآفرینانه باشد تا نرخ این‌گونه فعالیت‌ها افزایش یابد. به اعتقاد وندون تأکید می‌کند این کارکردها نباید به‌مانند عوامل خارجی‌ای دیده شوند که نمی‌توانند تحت‌تأثیر کارآفرین قرار گیرند. درواقع، از آنجایی که فعالیت خوب یک نظام نوآوری برای موفقیت کارآفرین بسیار مهم است، او باید تصمیم بگیرد که چقدر برای فرایندهای درون‌شرکتی تلاش کند و چقدر در سیستم اطراف خود تأثیر بگذارد. به عبارت دیگر، یک کارآفرین درعین‌حال برای بقای خود تلاش می‌کند، باید در قالب کنش اجتماعی برای ارتقا و بهبود نظام نوآوری اطراف خود نیز تلاش کند. معمولاً یک کارآفرین نمی‌تواند همه وظایف را هم‌زمان و به‌تنهایی انجام دهد. بنابراین، وندون سه سؤال را مطرح می‌کند که - از نظر شرکت منفرد - باید به آن‌ها پاسخ داده شود: (۱) کارآفرین کدام کارکردها را انجام می‌دهد؟ (۲) شرکت برای انجام سایر وظایف باید به کدام سازمان‌ها متصل شود؟ (۳) شرکت با کدام سازمان‌ها در برخی وظایف رقابت خواهد کرد؟ این کارکرد را می‌توان با نگاشت تعداد ورودی‌های جدید، تعداد فعالیت‌های متنوع‌سازی بازیگران فعلی، و تعداد آزمایش‌ها با فناوری جدید تحلیل کرد.

کارکرد ۲: توسعه و خلق دانش جدید، تولید تنوع

طبق کتابچه راهنمای فراسکاتی، اصطلاح تحقیق و توسعه سه فعالیت را شامل می‌شود: تحقیقات پایه^۱، تحقیقات کاربردی^۲ و توسعه تجربی^۳. تحقیق پایه کار تجربی یا نظری است که عمدتاً برای کسب دانش جدید بدون توجه به کاربرد یا استفاده خاصی انجام می‌شود. تحقیق کاربردی نیز تحقیقی بدیع به‌منظور کسب دانش جدید است، اما عمدتاً به سمت یک هدف یا منظور عملی خاص هدایت می‌شود. توسعه تجربی کار نظام‌مندی است که از دانش موجود به‌دست‌آمده از تحقیق و/یا تجربه عملی که به

1. basic research
2. applied research
3. experimental development

4. learning by searching

5. learning by doing

کارکرد ۴: هدایت مسیر جست‌وجو

از آنجایی که منابع همیشه محدودند، در صورت وجود گزینه‌های مختلف فناوری باید انتخاب کنیم که برای کدام فناوری می‌خواهیم سرمایه‌گذاری بیشتری داشته باشیم. بدون این انتخاب، نخواهیم توانست منابع کافی به هر گزینه اختصاص دهیم. هرکدام از اجزای نظام نوآوری مانند صنعت، دولت و/یا بازار می‌توانند این کارکرد را انجام دهند. از نگاه اقتصاد تکاملی، کارکرد توسعه دانش به خلق تنوع فناوریانه و این کارکرد به فرایند انتخاب اشاره دارد. از زاویه اجتماعی هم هدایت مسیر جست‌وجو فعالیتی مهم محسوب می‌شود. در جایی که کارکردهای ۲ و ۳ به سازوکارهای یادگیری اشاره می‌کنند، بدون بحث در مورد مسیر فرایند یادگیری، هدایت جست‌وجو نشان می‌دهد که تغییر فناوری مستقل نیست. تغییر ترجیحات در جامعه، اگر قوی و مشهود باشد، می‌تواند بر تعیین اولویت تحقیق و توسعه و در نتیجه در تغییر فناوریانه تأثیر بگذارد.

به‌منزله یک کارکرد، هدایت مسیر جست‌وجو به آن دسته از فعالیت‌های درون نظام نوآوری اشاره دارد که به‌طور مثبت بر رؤیت و وضوح خواسته‌های خاص در میان کاربران فناوری تأثیر می‌گذارد.

نمونه‌ای در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر اهداف بلندمدتی است که دولت‌های مختلف برای رسیدن به سهم معینی از انرژی‌های تجدیدپذیر در آینده تعیین می‌کنند. مثلاً هلند آرزوی دستیابی به سهم ۱۰ درصدی انرژی‌های تجدیدپذیر را در سال ۲۰۲۰ فرموله کرد. این جاه‌طلبی درجه خاصی از مشروعیت را به توسعه فناوری‌های انرژی پایدار می‌دهد و تخصیص منابع برای این توسعه را تحریک می‌کند. نمونه دیگری از اهداف بلندپروازانه هیئت منابع هوایی کالیفرنیا در سال ۱۹۹۰، برای وادار کردن خودروسازان بزرگ به عرضه وسایل نقلیه بدون آلاینده‌گی به بازار در سال ۲۰۰۳ شکل گرفته است.^۱ و همکاران نشان دادند که این هدف خط‌مشی بلندمدت به افزایش فعالیت‌های تحقیق و توسعه برای توسعه وسایل نقلیه کم‌آلاینده منجر شد.

البته هدایت جست‌وجو صرفاً به تأثیر بازار یا دولت بستگی ندارد. این اغلب یک فرایند تعاملی و انباشتی از تبادل نظر بین تولیدکنندگان فناوری، کاربران فناوری و بسیاری از بازیگران دیگر است که در آن خود فناوری یک ثابت نیست، بلکه یک متغیر است. انتظارات در این مورد پدیده مهم اما گریزان است. اغلب بازیگران (اعم از تمرکز بر تحقیق و توسعه یا خط‌مشی‌گذاری) در ابتدا کمی بیشتر از یک قاطعیت هدایت می‌شوند. طرح‌های مبهم اغلب در آزمایش‌ها آزمایش می‌شوند (کارکرد ۱)، موفقیت (و شکست) آن‌ها می‌تواند به سایر بازیگران منتقل شود (کارکرد

۳)، در نتیجه درجه نبود قطعیت (درک شده) کاهش می‌یابد. این به‌نوبه خود با انتظاراتی همراه است که در سراسر سیستم ارتباط برقرار می‌کنند (کارکرد ۴). گاهی، تحت تأثیر داستان‌های موفقیت، انتظارات درباره یک موضوع خاص همگرا می‌شوند و حرکتی برای تغییر با هدفی خاص ایجاد می‌کنند.

این کارکرد را می‌توان با ترسیم اهداف مشخص تعیین شده از سوی دولت‌ها یا صنایع در رابطه با استفاده از یک فناوری خاص و با ترسیم تعداد مقالات در مجلات حرفه‌ای، که انتظارات را درباره پیشرفت‌های فناوری جدید افزایش می‌دهد، تجزیه و تحلیل کرد. با شمارش تعداد مقالات مثبت یا منفی در زمینه توسعه فناوری جدید، می‌توان وضعیت بحث را ارزیابی کرد. بحثی قوی درباره مزایای بالقوه فناوری جدید احتمالاً پیشرفت‌های آینده را مختل می‌کند، درحالی که تأکید قوی بر جنبه‌های مثبت احتمالاً توسعه فناوری را تحریک می‌کند.

کارکرد ۵: خلق تقاضا و بازارسازی

هر نوآوری در مراحل اولیه توسعه خود اغلب برای رقابت با فناوری‌های جانشین مشکل دارد، زیرا بازاری برای آن نبوده یا بازار فعلی توسعه نیافته است. به‌صورت کلی، اطمینان‌نداشتن به عامل تقاضا در بازار یکی از معضلات اساسی هر نوآوری محسوب می‌شود. به همین دلیل نیاز به مداخله دولت در بازار از سمت تقاضا برای خلق بازار احساس می‌شود. روزنبرگ این مسئله را این‌گونه بیان می‌کند: «بیشتر اختراعات زمانی که اولین بار نوعی نوآوری جدید شناخته می‌شوند نسبتاً خام و ناکارآمدند. بنابراین، آن‌ها ممکن است از روش‌های قبلی مزایای بسیار اندکی داشته و یا شاید اصلاً هیچ مزیتی نداشته باشند. اشاعه و گسترش نوآوری در این شرایط کند خواهد بود. به همین دلیل، ایجاد فضای محافظت‌شده برای فناوری‌های جدید مهم است.

یکی از نمونه‌های ایجاد بازار در حوزه اختراعات است. ایجاد حقوق مالکیت معنوی^۲ از طریق ثبت اختراع، انحصار موقتی را به صاحب پتنت می‌دهد، که هدف آن افزایش تجاری‌سازی با تسهیل خرید و فروش دانش فنی است.^۳ سیاست‌گذاران همچنین ممکن است با حمایت از امنیت قانونی یا ایجاد اعتماد، به تقویت بازارسازی کمک کنند.

استانداردسازی نمونه دیگری از حمایت دولتی برای خلق بازار است. برای مثال، استاندارد NMT ۴۵۰ مخابرات سیار را شرکت‌های مخابراتی شمال اروپا در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ زمانی راه‌اندازی کردند که آن‌ها انحصارات دولتی بودند. از این‌رو، امکان توسعه سیستم‌های تلفن همراه برای شرکت‌های خصوصی

2. intellectual property rights (IPR)

۳. بنابراین، به طرز متناقضی، یک انحصار را قانون ایجاد می‌کند تا برای دانش بازاری فراهم شود، یعنی امکان تجارت دانش.

1. Frenken

شرکت‌ها و شبکه‌ها است. دانش یک مقوله «انباشتی» و یادگیری یک مقوله «جریانی» است که دانش بیشتری را به «انباشت» موجود اضافه می‌کند. شایستگی‌سازی به آن دسته از فرایندها و فعالیت‌های مرتبط با ظرفیت ایجاد، جذب و بهره‌برداری از دانش افراد و سازمان‌ها اشاره دارد. بدیهی است که شایستگی‌سازی شامل یادگیری رسمی و همچنین یادگیری غیررسمی می‌شود.^۲ یادگیری غیررسمی برای فرایندهای نوآوری حیاتی بسیار حیاتی هستند.

نگاشت این کارکرد با استفاده از شاخص‌های خاص در طول زمان دشوار است. در این مورد بهترین راه برای اینکه بفهمیم این کارکرد به‌خوبی انجام می‌شود یا نه، این است که از طریق مصاحبه تشخیص دهیم که آیا از نظر بازیگران نظام دسترسی به منابع کافی مشکل است یا خیر.

کارکرد ۷: مشروعیت‌بخشی / خنثی کردن مقاومت در برابر تغییر
برای اینکه فناوری جدید به‌خوبی توسعه یابد باید بخشی از رژیم فعلی شود و یا حتی آن را سرنگون کند. مشروعیت‌بخشی موضوع پذیرش اجتماعی و انطباق با نهادهای مرتبط است: باید بازیگران مرتبط فناوری جدید و نوآوری و حامیان آن را مطلوب تلقی کنند تا منابع بسیج شوند، تقاضا شکل بگیرد و بازیگران در نظام نوآوری جدید یا در حال تکامل قدرت سیاسی به دست آورند. احزابی که منافع شخصی آن‌ها با فناوری جدید در تضاد است، اغلب با این نیروی تخریب خلافتان مخالفت می‌کنند. در این صورت، ائتلاف‌های مدافع می‌توانند به‌منزله یک کاتالیزور در پذیرش و مشروعیت‌بخشی فناوری جدید عمل کنند. این ائتلاف‌ها فناوری جدید را در دستور کار خود قرار می‌دهند و تلاش می‌کنند که بر مسیر پژوهش و فناوری اثر بگذارند و برای جذب منابع و رژیم‌های مالیاتی مطلوب (که می‌تواند به بازسازی طرح منجر شود) لابی کنند. آن‌ها با این کار برای مسیر فناوری جدید مشروعیت ایجاد می‌کنند. در صورت موفقیت، اندازه و نفوذ ائتلاف‌های مدافع افزایش خواهد یافت. آن‌ها ممکن است به‌حدی قدرتمند شوند که به تقویت روحیه تخریب خلافتان منجر شوند. مقیاس و موفقیت این ائتلاف‌ها مستقیماً به منابع موجود (کارکرد ۶) و انتظارات آینده (کارکرد ۴) مرتبط با فناوری جدید بستگی دارد.

این کارکرد را می‌توان با ترسیم رشد گروه‌های ذی‌نفع و اقدامات لابی‌گرانه آن‌ها تحلیل کرد.

۲. یادگیری رسمی، یادگیری برنامه‌ریزی‌شده ناشی از فعالیت‌های درون یک محیط یادگیری ساختاریافته است؛ اغلب در رابطه دانش‌آموز معلم اتفاق می‌افتد، مانند یک سیستم مدرسه. یادگیری غیررسمی خارج از محیط‌های آموزشی و یادگیری رسمی که اغلب از طریق مواجهه با موقعیت‌های روزمره اتفاق می‌افتد. این بخشی از «یادگیری مادام‌العمر» است که برای چندین دهه پس از تحصیل رسمی گسترش می‌یابد. یادگیری رسمی اغلب پایه یادگیری غیررسمی یا مداوم است.

فراهم شد؛ چراکه توسعه تلفن همراه در کشورهای شمال اروپا بسیار مهم بود.

در برخی موارد، ابزار خرید دولتی نوآوری^۱ برای شکل‌گیری بازار مهم بوده است. به عبارت دیگر، بازاری پدید آمد زیرا بخش دولتی خواستار محصولات و سیستم‌هایی شد که قبل از خرید دولتی نوآوری نبودند. این ابزاری مهم در بخش دفاعی تمام کشورها بوده و هست. همچنین در توسعه زیرساخت‌ها (مخابرات، قطار و غیره) در بسیاری از کشورها اهمیت داشته است. علاوه بر این، زمانی که سازمان‌های دولتی به ترکیب محصول خاصی مانند حداقل سهم برق مبتنی بر منابع تجدیدپذیر یا خودروهایی که با انرژی الکتریکی یا سلول‌های سوختی کار می‌کنند، نیاز دارند، خط‌مشی عمومی ممکن است در تقاضا و در نتیجه انتشار نوآوری‌ها تأثیر بگذارد.

یک روش، شکل‌گیری بازارهای موقت برای کاربردهای خاص یک فناوری است. در چنین محیطی بازیگران می‌توانند در مورد فناوری جدید بیاموزند و انتظارات را توسعه دهند. روش دیگر ایجاد مزیت رقابتی (موقت) توسط رژی‌های مالیاتی مطلوب (مثلاً، تجربه هلند در کاهش مالیات برای انرژی‌های تجدیدپذیر) یا قیمت‌های حداقل مصرف (مثلاً، قانون فید، در آلمان برای انرژی‌های تجدیدپذیر) است.

این کارکرد را می‌توان با نگاشت تعداد بازارهای خاص که معرفی شده‌اند، رژیم‌های مالیاتی خاص برای فناوری‌های جدید و استانداردهای زیست‌محیطی جدید که موفقیت فناوری‌های جدید زیست‌محیطی را افزایش می‌دهد، تحلیل کرد.

کارکرد ۶: بسیج منابع

منابع، اعم از سرمایه مالی و سرمایه انسانی، ورودی اساسی برای تمام فعالیت‌های درون نظام نوآوری ضروری هستند. برای یک فناوری خاص، تخصیص منابع کافی برای فراهم کردن امکان تولید دانش ضروری است. از این نظر، این کارکرد را می‌توان به‌نوعی ورودی مهم کارکرد توسعه دانش در نظر گرفت.

بودجه‌هایی که به برنامه‌های تحقیق و توسعه بلندمدت به منظور توسعه دانش فناوری خاص از جانب صنعت یا دولت اختصاص می‌یابند و وجهی که زمینه‌ساز آزمایش فناوری‌های جدید در آزمایش‌های تخصصی می‌شوند (همان کاری که توسط کارآفرینان و در قالب آزمایش‌های کارآفرینانه انجام می‌شود) نمونه‌هایی از این فعالیت هستند.

در کنار موارد مالی، باید به شایستگی‌سازی و موارد مرتبط با منابع انسانی نیز اشاره کنیم که شامل آموزش و پرورش رسمی، پویایی بازار نیروی کار، و سازمان‌دهی خلق دانش و یادگیری در

1. public procurement for innovation

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

هنگامی که از تحلیل نظام‌های نوآوری صحبت می‌شود، یک طرف تحلیل ساختاری و طرف دیگر تحلیل کارکردهای نظام نوآوری قرار دارد. تحلیل ساختاری و پرداختن به بازیگران تحلیلی ایستاست. گرچه این نوع تحلیل هم برای براندازی وضعیت سیستم و شناسایی بازیگران ضروری است اما خروجی غنی‌ای در راستای تدوین دستور کار برای بهبود وضعیت و حرکت به سمت حالت مطلوب فراهم نمی‌کند. در طرف مقابل تحلیل کارکردهای نظام نوآوری تحلیلی پویاست که روند تغییر و تحول سیستم را در گذر زمان بررسی می‌کند. به‌منظور آغاز این فرایند، در ابتدا باید کارکردهای آن مشخص شود. هنگامی که پژوهشگر به نظریه‌های کارکردی نظام نوآوری مراجعه کند ترکیب‌های گوناگون کارکردها و فعالیت‌ها را متوجه می‌شود. نکته‌ای که خود نظریه‌پردازان نیز به آن اشاره کرده‌اند. در این هنگام پرسشی که در ذهن پژوهشگر مطرح می‌شود این است: «آیا نظریه‌های مختلف نظریه‌های رقیب‌اند یا جمع‌بندی و ارائه ترکیب واحد آن‌ها ممکن است؟». به‌بیان دیگر، به‌منظور تحلیل کارکردهای نظام نوآوری آیا باید به استفاده از ترکیب کارکردهای یک محقق اکتفا کرد یا می‌توان نظریه‌های گوناگون را ترکیب کرد؟ پژوهش حاضر در راستای پاسخ به این پرسش شکل گرفت.

این پژوهش به دنبال پاسخ به این پرسش بود که «کارکردهای نظام نوآوری» کدام‌اند؟ به‌بیان دیگر، چه عواملی باعث ترویج و گسترش نوآوری در نظام‌های نوآوری می‌شوند. برای پاسخ به پرسش پژوهش، از روش مرور نظام‌مند استفاده شد که طی آن نظریه‌های کارکرد نظام نوآوری مطالعه شدند. حاصل این پژوهش، دستیابی به هفت کارکرد فعالیت‌های کارآفرینانه و استارت‌آپی، توسعه و خلق دانش جدید، اشاعه و سرریزی دانش از طریق شبکه‌ها، هدایت مسیر جست‌وجو، خلق تقاضا و بازسازی، بسیج منابع و نهایتاً مشروعیت‌بخشی و خنثی‌سازی مقاومت در برابر تغییر بود. با مراجعه به جدول ۲ مشخص می‌شود که تمامی کارکردهای مطرح‌شده ذیل یکی از این موارد قرار دارند. با توجه به مرور تمامی نظریه‌ها و تشریح کارکردهای مدنظر آن‌ها، سرانجام هرکدام از این کارکردها به‌دقت و با جزئیات کامل توضیح داده شدند. از یافته‌های این پژوهش می‌توان برای تحلیل پویایی کارکردهای نظام نوآوری و خط‌مشی‌گذاری در این زمینه استفاده کرد.

پیشنهادهای

در این پژوهش از کارکردهایی استفاده شد که پیش‌تر توسط نظریه‌پردازان مختلف در دسته‌های گوناگون بیان شده بود. به‌منظور ادامه مسیر پژوهش سه پیشنهاد مطرح می‌شود:

۱. شناسایی کارکردها و فعالیت‌های دخیل در نظام‌های نوآوری داخلی: پیشنهاد اول آن است که با استفاده از روش‌های کیفی به‌ویژه روش تحلیل تاریخیچه رویدادها و تحلیل مضمون، عوامل و کارکردهایی که در توسعه نظام‌های نوآوری بومی مؤثر بوده‌اند شناسایی و با یافته‌های این پژوهش مقایسه شوند. با پیاده‌سازی این روش می‌توان مضامین پایه را معادل شاخص‌ها، مضامین سازمان‌دهنده را معادل فعالیت‌ها و مضامین فراگیر را معادل کارکردهای نظام نوآوری در نظر گرفت.

۲. شناسایی موتورهای بومی نظام‌های نوآوری داخلی: پس از شناسایی کارکردها می‌توان با استفاده از روش تحلیل نگاشت تحلیل علی می‌توان موتورهای نظام نوآوری مبتنی بر یافته‌های مرحله پیشین را شناسایی کرد. موتورهای همان زیرسیستم‌ها هستند که نحوه ارتباط و برهم‌کنش کارکردها را نشان می‌دهند. با استفاده از این روش می‌توان حلقه‌های مثبت و منفی را به‌خوبی شناسایی و در قسمت کیفی مدل‌سازی سیستم دینامیک از آن‌ها استفاده کرد. مدل کیفی ورودی پیشنهاد سوم خواهد بود.

۳. پیاده‌سازی و اعتبارسنجی: در این مرحله پیشنهاد می‌شود با استفاده از روش سیستم دینامیک یا عامل بنیان یافته‌های مراحل پیشین را در یک نظام نوآوری خاص پیاده‌سازی کرد. همچنین وضعیت فعلی نظام نوآوری را براندازی و سیاست‌گذاری کرد. هنگام استفاده از این روش مضامین فراگیر مستخرج از مراحل قبل به‌مثابه متغیرهای حالت استفاده خواهند شد. از مضامین پایه نیز می‌توان در معادلات مدل استفاده کرد. ازجمله مزیت‌های روش سیستم دینامیک پیش‌بینی نتایج سیاست‌ها پیش از اعمال و رخداد هزینه است.

- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M., and Rickne, A. (2002b). "Innovation systems: analytical and methodological issues". *Research policy*, 31(2), pp. 233-245.
- Cooke, P., Uranga, M. G., and Etzebarria, G. (1997). "Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions". *Research policy*, 26(4-5), pp. 475-491.
- Department of Trade and Industry (2003). *Competing in the Global Economy The Innovation Challenge*. Department of Trade and Industry, London.
- Dosi, G. (1982). "Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change". *Research policy*, 11(3), pp. 147-162.
- Dosi, G., (1984). "Technological paradigms and technological trajectories – The determinants and directions of technical change and the transformation of the economy". C. Freeman (Ed.). *Long Waves in the World Economy*. Pinter, London.
- Edquist, C., Hommen, L., and McKelvey, M. D. (2001). *Innovation and employment: Process versus product innovation*. Edward Elgar Publishing.
- Freeman, C. (1987). "Technology policy and economic performance: Lessons from Japan". *Science Policy Research Unit University of Sussex and Pinter Publishers*.
- Galli, R., and Teubal, M. (1997). "Paradigmatic shifts in national innovation systems". *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*, pp. 342-370.
- Hekkert, M. P., and Negro, S. O. (2009). "Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims". *Technological forecasting and social change*, 76(4), pp. 584-594.
- Hekkert, M. P., Suurs, R. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., and Smits, R. E. (2007). "Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change". *Technological*
- Bergek, A. (2002). "Shaping and exploiting technological opportunities: the case of renewable energy technology in Sweden". Göteborg: Chalmers University of Technology.
- Bergek, A., and Jacobsson, S. (2003). "The emergence of a growth industry: a comparative analysis of the German, Dutch and Swedish wind turbine industries". *Change, transformation and development*, pp. 197-227. Physica-Verlag HD.
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., and Rickne, A. (2005). "Analyzing the dynamics and functionality of sectoral innovation systems—a manual". In DRUID tenth anniversary summer conference, pp. 27-29.
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., and Rickne, A. (2008). "Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis". *Research policy*, 37(3), pp. 407-429.
- Borrás, S., and Edquist, C. (2019). *Holistic innovation policy: theoretical foundations, policy problems, and instrument choices*. Oxford University Press.
- Botta, E., McCormick, C., and Eis, J. (2015). A guide to innovation system analysis for green growth. *Global Green Growth Institute: Seoul, Korea*.
- Carlsson, B. and Jacobsson, S. (2004). "Dynamics of Innovation Systems – Policy-Making in a Complex and Non-Deterministic World", Paper presented at the "International Workshop of Functions in Innovation Systems" at the University of Utrecht, June 23-, Utrecht, the Netherlands.
- Carlsson, B., and Stankiewicz, R. (1991). "On the nature, function and composition of technological systems". *Journal of evolutionary economics*, 1, pp. 93-118.
- Carlsson, B., Holmén, M., Jacobsson, S., Rickne, A., and Stankiewicz, R. (2002a). "The analytical approach and methodology". *Technological systems in the bio industries: An international study*, pp. 9-33.

- forecasting and social change*, 74(4), pp. 413-432.
- Jacobsson, S., and Johnson, A. (2000). "The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research". *Energy policy*, 28(9), pp. 625-640.
- Jacobsson, S., Sandén, B., and Bångens, L. (2004). "Transforming the energy system—the evolution of the German technological system for solar cells". *Technology analysis and strategic management*, 16(1), pp. 3-30.
- Johnson, A. (2001). "Functions in innovation system approaches". In Nelson and Winter Conference, Aalborg, Denmark, pp. 12-15.
- Johnson, A., and Jacobsson, S. (2001). "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*, pp. 89-111.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., ... and Moher, D. (2009). "The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration". *Annals of internal medicine*, 151(4), W-65.
- Liu, X., and White, S. (2001). "Comparing innovation systems: a framework and application to China's transitional context". *Research policy*, 30(7), pp. 1091-1114.
- Lundvall, B. A. (1992). *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning* (Vol. 242). Pinter: London.
- Malerba, F. (2002). "Sectoral systems of innovation and production". *Research policy*, 31(2), pp. 247-264.
- Malerba, F. (Ed.). (2004). *Sectoral systems of innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*. Cambridge university press.
- Malerba, F., and Orsenigo, L. (1996). "Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific". *Research policy*, 25(3), pp. 451-478.
- Markard, J., and Truffer, B. (2008). "Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework". *Research policy*, 37(4), pp. 596-615.
- McKelvey, M. (1997). "Using evolutionary theory to define systems of innovation". *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Pinter, London, 201.
- Muka, T., Glisic, M., Milic, J., Verhoog, S., Bohlius, J., Bramer, W., ... and Franco, O. H. (2020). "A 24-step guide on how to design, conduct, and successfully publish a systematic review and meta-analysis in medical research". *European journal of epidemiology*, 35, pp. 49-60.
- Negro, S. O. (2007). *Dynamics of Technological Innovation Systems – The case of Biomass Energy* (Thesis), Utrecht University, Utrecht.
- Nelson, R. R. (1993). *National innovation systems: A comparative analysis*. Oxford University Press.
- OECD (2005). "The Measurement of Scientific and Technological Activities. Oslo Manual: The Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd edn". Paris: OECD.
- Saxenian, A. L. (1994). *Regional Advantage. Culture and competition in Silicon Valley and Route 128*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Suurs, R. A. (2009). *Motors of sustainable innovation: Towards a theory on the dynamics of technological innovation systems*. Utrecht University.
- Tranfield, D., Denyer, D., and Smart, P. (2003). "Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review". *British journal of management*, 14(3), pp. 207-222.
- Riahi, P., and Ghazi Nouri, S. (2013). *An Introduction to the Innovation System (A Broad Approach)*. Tehran: University Press.
- Mashayekhi, A. (2021). *Dynamics of Systems*. Tehran: ArianaGhalam.



systematic review of Innovation system's functions

Hadi Khanmohammadi¹
Mojtaba Hajian heydari²
Mohammad Ali Sadeghikia³

Abstract

Innovation is the economic engine of the 21st century that does not happen in an isolated environment. Innovations occur in innovation systems. Innovation systems are a set of institutions, organizations and relationships between them that must have specific functions to influence innovation processes. functions that ultimate goal is to create and diffuse innovation. So far, there have been various theories about the functions of the innovation system, each of which refers to a specific combination of activities. In this research, using the systematic review method, an attempt was made to study the previous theories and complete a review of them. Finally, by summarizing the previous functions, 7 functions of entrepreneurial and start-up activities, knowledge development, knowledge diffusion, guidance of the search, market creation, resource mobilization and legitimization were introduced.

Keywords: Innovation System, Functionality Analysis of Innovation System, Innovation System Dynamics Analysis, Innovation System Policy

1. Associate Professor, public policy and public administration, Allameh tabataba'i university, Tehran, Iran.

2. Assistant Professor, Director of Operations Management and Information Technology Department, Allameh tabataba'i university, Tehran, Iran.

3. Public policy phd candidate, researcher in the dynamics of the innovation system, Tehran, Iran.

نقش نامه و فرم تعارض منافع

الف) نقش نامه

پدیدآورندگان	هادی خان محمدی	مجتبی حاجیان حیدری	محمدعلی صادقی کیا
نقش	نویسنده	نویسنده	نویسنده مسئول
نگارش متن	—	—	نگارش متن اصلی
ویرایش متن و ...	بازنگری کلی	بازنگری کلی	بازبینی ویرایش و کامنت دهی
طراحی / مفهوم پردازی	طراحی / مفهوم پردازی	طراحی / مفهوم پردازی	طراحی / مفهوم پردازی
گردآوری داده	گردآوری داده ها	گردآوری داده ها	گردآوری داده ها
تحلیل / تفسیر داده	تفسیر داده ها	تفسیر داده ها	تفسیر داده ها
سایر نقش ها	استاد راهنما	استاد مشاور	—

ب) اعلام تعارض منافع

در جریان انتشار مقالات علمی تعارض منافع به این معنی است که نویسنده یا نویسندگان، داوران و یا حتی سردبیران مجلات دارای ارتباطات شخصی و یا اقتصادی می باشند که ممکن است به طور ناعادلانه ای بر تصمیم گیری آن ها در چاپ یک مقاله تأثیرگذار باشد. تعارض منافع به خودی خود مشکلی ندارد بلکه عدم اظهار آن است که مسئله ساز می شود.

بدین وسیله نویسندگان اعلام می کنند که رابطه مالی یا غیر مالی با سازمان، نهاد یا اشخاصی که موضوع یا مفاد این تحقیق هستند ندارند، اعم از رابطه و انتساب رسمی یا غیررسمی. منظور از رابطه و انتفاع مالی از جمله عبارت است از دریافت پژوهانه، گرنت آموزشی، ایراد سخنرانی، عضویت سازمانی، افتخاری

یا غیررسمی، اشتغال، مالکیت سهام، و دریافت حق اختراع، و البته محدود به این موارد نیست. منظور از رابطه و انتفاع غیر مالی عبارت است از روابط شخصی، خانوادگی یا حرفه ای، اندیشه ای یا باورمندانه، و غیره.

چنانچه هر یک از نویسندگان تعارض منافع داشته باشد (و یا نداشته باشد) در فرم زیر تصریح و اعلام خواهد کرد:

مثال: نویسنده الف هیچ گونه تعارض منافع ندارد. نویسنده ب از شرکت فلان که موضوع تحقیق بوده است گرنت دریافت کرده است. نویسندگان ج و د در سازمان فلان که موضوع تحقیق بوده است سخنرانی افتخاری داشته اند و در شرکت فلان که موضوع تحقیق بوده است سهام دارند.

اظهار (عدم) تعارض منافع: با سلام و احترام؛ به استحضار می رساند نویسندگان مقاله هیچ گونه تعارض منافع ندارد.

نویسنده مسئول: محمدعلی صادقی کیا

تاریخ: ۱۴۰۴/۰۴/۲۵