



The Role of Science, Technology and Innovation Policies in the Development of Sectoral Systems of Innovation

**Mostafa Safdari Ranjbar^{1*},
Soroush Ghazinoori²**

1- Ph.D in Technology Management, Allameh
Tabataba'i University, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Allameh Tabataba'i University,
Tehran, Iran

Abstract

The concept of sectoral systems of innovation is rooted in studies that have been published about three decades ago. But this concept has been seriously introduced about two decades ago and has been increasingly used in diverse industries in developed and developing countries since then. Each sectoral system of innovation consists of four key components, one of which is formal institution (policies, rules, regulations, and standards) and informal institution (beliefs, norms, and values). An overview of past studies in developed and developing countries suggests that a variety of government policies, especially science, technology and innovation policies, have a significant impact on the formation and evolution of different sectoral systems of innovation. This paper shows that different sectors require a variety of policies, and policies that have positive effects in one sector do not necessarily have such effects in other sectors. In addition, at the end of the paper, the impact of various government policies on the formation and development of gas turbine industry in Iran has been investigated. The review of this experience suggests that the government has contributed

to the formation and development of this sector by adopting various policies over time.

Keywords: Sectoral System of Innovation; Science, Technology and Innovation Policies; Technological Catch-up; Windows of Opportunity

* Corresponding author: safdariranjbar921@atu.ac.ir

نقش سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در توسعه نظام‌های بخشی نوآوری

مصطفی صفدری رنجبر^{۱*}، سید سروش قاضی‌نوری^۲

۱- دکتری مدیریت فناوری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران

۲- دانشیار، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران

چکیده

ریشه‌های مفهوم نظام‌های بخشی نوآوری به مطالعاتی بازمی‌گردد که حدود سه دهه پیش انتشار یافته‌اند، اما این مفهوم حدود دو دهه پیش به طور جدی معرفی و از آن زمان به بعد با روندی افزایشی در صنایع متنوع و در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه مورد استفاده قرار گرفته است. هر نظام بخشی نوآوری متشکل از چهار مؤلفه کلیدی است که یکی از آنها نهادهای رسمی (سیاست‌ها، قوانین، مقررات و استانداردها) و غیررسمی (باورها، هنجارها و ارزش‌ها) است و بقیه عبارتند از پایه دانش و فناوری، بازیگران و شبکه‌ها، و تقاضا. مروری بر مطالعات پیشین در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه مؤید آن است که انواع سیاست‌های دولت به ویژه سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری تأثیر چشم‌گیری بر شکل‌گیری و تکامل نظام‌های مختلف بخشی نوآوری دارند. بررسی‌های این مقاله نشان می‌دهد که بخش‌های مختلف نیازمند سیاست‌های متفاوت و متنوع هستند و سیاست‌هایی که در یک بخش اثرات مثبتی به جا می‌گذارند لزوماً در بخش‌های دیگر چنین اثراتی را به دنبال ندارند. در انتهای مقاله تأثیر سیاست‌های متنوع و پویای دولت بر شکل‌گیری و تکامل صنعت توربین‌های گازی مورد بررسی قرار گرفته و مرور این تجربه بیانگر آن است که دولت در طول زمان از طریق اتخاذ سیاست‌های مختلف به شکل‌گیری و تکامل این بخش کمک بسیاری کرده است.

کلیدواژه‌ها: نظام‌های بخشی نوآوری؛ سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری؛ فرارسی فناوریانه؛ پنجره‌های فرصت

برای استنادات بعدی به این مقاله، قالب زیر به نویسندگان محترم مقالات پیشنهاد می‌شود:

Safdari Ranjbar, M., & Ghazinoori, S. (2019). **The Role of Science, Technology and Innovation Policies in the Development of Sectoral Systems of Innovation.** *Journal of Science & Technology Policy*, 11(2), 155-169. {In Persian}.

۱- مقدمه

ضمن ارائه یک گونه‌شناسی از بخش‌های صنعتی، به این نکته اشاره می‌کند که بخش‌ها از نظر منابع نوآوری، نوع کاربران، سازوکارهای صیانت‌پذیری^۱، خط سیر فناوری^۲، منبع فناوری‌های فرآیندی، تعادل نسبی میان نوآوری‌های محصولی و فرآیندی، اندازه بنگاه‌های نوآور و شدت و جهت‌گیری تنوع‌بخشی فناوریانه متفاوت هستند. او به معرفی چهار الگوی بخشی برای فعالیت‌های نوآورانه پرداخته است: بخش‌های

ریشه مطالعات بخشی به کارهای نلسون و وینتر^۱ باز می‌گردد که با معرفی کردن مفهوم رژیم‌های فناوریانه^۲، تفاوت در ماهیت فعالیت‌های نوآورانه در بخش‌های مختلف را پررنگ کردند [۱]. پس از آن، مقاله پویت^۳ [۲] با عنوان "الگوهای بخشی تغییرات فنی: در راستای ارائه یک دسته‌بندی و یک نظریه" نقش مهمی در شکل‌گیری این مفهوم ایفاء کرد. وی در این

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: safdariranjbar921@atu.ac.ir

1- Nelson and Winter
2- Technological regime
3- Pavitt

4- Means of appropriation
5- Technological trajectories

و تقاضا [۴]. در کنار سایر مؤلفه‌های نظام‌های بخشی نوآوری، نهادها و سیاست‌های آنها در یک بخش، تأثیر چشم‌گیری بر نحوه رفتار و تعاملات بازیگران و همچنین عملکرد آن بخش دارند. از طرفی، امروزه بر کسی پوشیده نیست که دولت‌ها می‌توانند نقش بی‌بدیلی در غلبه بر شکست‌های بازار^{۱۱} و شکست‌های سیستمی^{۱۲} مرتبط با فعالیت‌های توسعه فناوری و نوآوری بازی کنند. این بدان معناست که دولت‌ها با توجه به اختیارات و منابعی که در اختیار دارند می‌توانند مخاطرات فرآیند توسعه فناوری را کاهش دهند، منابع مختلف لازم را تخصیص دهند و از طریق سامان دادن محیط نهادی و قانونی مناسب، امکان تعامل و همکاری سایر بازیگران را فراهم آورند.

در همین راستا، هدف اصلی این مقاله آن است که پس از مروری بر مفهوم نظام‌های بخشی نوآوری و مفاهیم مرتبط با آن به بررسی نقش سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری بر توسعه و تقویت نظام‌های بخشی نوآوری در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه بپردازد. این کار از طریق بررسی مطالعات پیشین در زمینه نظام‌های بخشی نوآوری در این کشورها صورت می‌پذیرد. در انتها نیز به مرور یک مورد کاوی در زمینه نقش سیاست‌های دولت بر شکل‌گیری و تکامل نظام بخشی نوآوری صنعت توربین‌های گازی در ایران پرداخته شده است.

۲- ریشه‌های نظری نگاه بخشی به نوآوری

اقتصاددانان تطوری معتقدند که نوآوری یک فعالیت اختصاصی هر بخش^{۱۳} و وابسته به زمینه^{۱۴} است. به عبارتی، نوآوری در محیط‌های بخشی کاملاً متفاوت از منظر منابع، بازیگران و نهادها رخ می‌دهد. هر بخش مجموعه‌ای از فعالیت‌ها است که از طریق چندین گروه از محصولات مرتبط با هم یکپارچه شده‌اند و برخی دانش‌های پایه را به اشتراک گذاشته‌اند تا یک تقاضای موجود یا در حال ظهور را پاسخ دهند. بنگاه‌های فعال در یک بخش دارای اشتراکاتی هستند، ولی همگن نیستند و نوآوری در یک بخش دارای ویژگی‌های

تأمین‌کننده‌محور^۱ (مانند نساجی و خدمات)؛ بخش‌های مقیاس‌محور^۲ (مانند اتومبیل و فولاد)؛ بخش‌های دارای تأمین‌کنندگان خاص^۳ (مانند تجهیزات پیچیده) و بخش‌های دانش‌محور^۴ (مانند دارو و الکترونیک).

مفهوم نظام بخشی نوآوری^۵ را اولین بار برشی و مالربا^۶ مطرح کردند [۳]. اما معروف‌ترین اثر در زمینه نظام‌های بخشی نوآوری مقاله مالربا [۴] با عنوان "نظام‌های نوآوری و تولید بخشی" است که به عنوان یکی از پرآستنادترین آثار در این حوزه شناخته می‌شود. مالربا نظام بخشی نوآوری را به این صورت تعریف می‌کند: "مجموعه‌ای از بازیگران که تعاملات بازاری و غیربازاری دارند و عملکرد و تعامل آنها به خلق، تولید و فروش محصولات جدید (نوآوری) و موجود (تولید) در یک حوزه خاص می‌انجامد". منظور از تعاملات بازاری آن دسته از تعاملات است که منجر به تبادل و خرید و فروش فناوری‌ها و محصولات می‌شود، در حالی که تعاملات غیربازاری به همکاری‌های فناورانه و ابلاغ سیاست‌ها و قوانین از سوی یک بازیگر به بازیگران دیگر است.

پس از آن، در سال ۲۰۰۴، مجموعه مقالاتی در زمینه نظام‌های بخشی نوآوری در صنایع گوناگونی نظیر دارو، نرم‌افزار، ارتباطات از راه دور، شیمیایی و ماشین‌ابزار در کشورهای اروپایی منتشر شدند [۵] و پژوهشگران متعددی در سرتاسر جهان، با بکارگیری مفهوم نظام‌های بخشی نوآوری، به تبیین شکل‌گیری و تکامل بخش‌های صنعتی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه پرداختند. برای مثال می‌توان به مجموعه مقالاتی اشاره کرد که مالربا و مانی^۷ در زمینه نظام‌های بخشی نوآوری در صنایع گوناگون در کشورهای در حال توسعه گردآوری کردند [۶] یا مطالعاتی که مالربا و نلسون [۷] یا لی^۸ و مالربا [۸] در بستر کشورهای در حال توسعه و دیرآمده^۹ انجام دادند.

به طور کلی، هر نظام بخشی نوآوری از چهار مؤلفه تشکیل شده است: پایه دانش و فناوری، بازیگران و شبکه‌ها، نهادها^{۱۰}

- 1- Supplier dominated
- 2- Scale intensive
- 3- Specialized suppliers
- 4- Science based
- 5- Sectoral innovation system
- 6- Breschi and Malerba
- 7- Mani
- 8- Lee
- 9- Latecomers
- 10- Institutions

11- Market failure
12- System failure
13- Sector-specific
14- Context-dependent

بلندمدت صنایع در کارهای شومپیتر^۵، کونتز^۶ و کلارک^۷ مربوط می شود؛ دوم، رویکرد نظام نوآوری که نوآوری را به عنوان یک فرآیند تعاملی بین گستره متنوعی از بازیگران و کنشگران مختلف تعریف می کند. این رویکرد بر عدم وقوع نوآوری در انزوا توسط بنگاه اشاره دارد و آن را به عنوان یک فرآیند تجمعی در نظر می گیرد. در رویکرد نظام نوآوری، بنگاه ها با سایر بنگاه ها و سازمان های غیربنگاهی نظیر دانشگاه ها، مراکز تحقیقاتی، سازمان های دولتی و موسسات مالی در تعامل هستند؛ سوم، نظریه تکاملی که فراهم آورنده یک چارچوب نظری مناسب برای مفهوم نظام های بخشی نوآوری است. نظریه تکاملی بر پویایی، فرآیند و دگرگونی تاکید فراوان دارد. یادگیری و دانش از عناصر کلیدی تغییر نظام اقتصادی محسوب می شوند و بازیگران با عقلانیتی محدود و در محیطی غیرقطعی و متغیر دست به اقدام، یادگیری و جستجو می پردازند. کانون رویکرد تکاملی با سه نوع فرآیند اقتصادی محرک تغییر اقتصادی همراه می شود که عبارتند از: فرآیند تنوع بخشی به فناوری ها، محصولات و بنگاه ها؛ فرآیند جایگزینی و فرآیند انتخاب کاهنده تنوع.

۳- محتوای نظریه نظام های بخشی نوآوری

گفتیم که دیدگاه نظام های بخشی نوآوری، مانند بسیاری از دیدگاه های نگرش نظام مند به نوآوری، از نظر مفهومی ریشه در نگرش اقتصاد تکاملی و نظریه سیستم ها^۸ دارد. مالریا [۴] معتقد است که رویکرد نظام های بخشی نوآوری مکمل دیگر رویکردها و مفاهیم نظیر نظام های ملی نوآوری که بر مرزهای ملی و سایر بازیگران غیربنگاهی و نهادها تمرکز دارد [۱۲]؛ نظام های نوآوری منطقه ای که بر یک منطقه خاص متمرکز هستند [۱۳]؛ و نظام های نوآوری فناورانه که در آنها تمرکز بر خلق، اشاعه و بکارگیری یک فناوری های خاص است [۱۴]. در جدول ۱ نظام های بخشی نوآوری با سایر نظام های نوآوری مورد مقایسه قرار گرفته اند. از طرفی، همانطور که در تعریف نظام بخشی نوآوری بیان شد، در این نگرش بر بازیگران و تعاملات غیربازاری بسیار

سیستمی مرتبط می باشد [۵]. یکی از ریشه های اصلی بحث نظام های بخشی نوآوری، در مفهوم رژیم های فناورانه^۱ است [۹]. به گفته صاحب نظران، بخش های مختلف دارای رژیم های فناورانه متفاوت هستند. رژیم فناورانه چارچوبی ذهنی است که بر اساس آن تنوع فرآیندهای نوآوری در بخش های مختلف صنعتی تبیین می شود. رژیم فناورانه رابطه میان ابعاد گوناگون فرآیند نوآوری را تبیین کرده و تفاوت های میان صنایع را در قالب دسته بندی هایی سازماندهی می کند. مفهوم رژیم فناورانه اولین بار توسط نلسون و وینتر به عنوان چارچوب نظری برای تفسیر فرآیندهای نوآوری مختلف در بخش های مختلف بکار گرفته شد. آنها میان دو نوع رژیم علم محور و انباشتی تمایز قائل شده اند [۱]. برسچی و همکاران، رژیم فناورانه را به عنوان ترکیبی خاص از ابعاد کلیدی شامل فرصت فناورانه^۲ (احتمال نوآوری موفق به ازای سرمایه گذاری مشخصی در فعالیتهای نوآورانه)، صیانت پذیری نوآوری^۳ (امکان محافظت از نوآوری ها از تقلید تقلید و تکرار نوآوری ها توسط سایرین)، ویژگی انباشتی پیشرفت های فناورانه^۴ (میزان وابستگی پیشرفت های فناورانه کنونی به نوآوری های گذشته) و ویژگی های پایه دانشی (درجه تخصصی بودن، ضمنی بودن، پیچیدگی و مستقل بودن دانش) تعریف نمودند [۱۰]. پارک و لی نیز چهار بعد دیگر را برای رژیم فناورانه ذکر کرده اند [۱۱]: چرخه عمر فناوری (سرعت منسوخ شدن فناوری)؛ سهولت دسترسی به جریان دانش خارجی؛ ذخیره اولیه دانش انباشتی؛ عدم قطعیت یا سیال بودن مسیر توسعه فناوری. این نگاه نئوشومپیترینی، رژیم فناورانه را به عنوان روش خاص سازماندهی فعالیت های نوآورانه در یک بخش فناورانه، توصیف می کند. نگاه بخشی به نوآوری دارای ریشه های نظری دیگری است که در ادامه به آنها اشاره می شود [۴]: اول، مطالعاتی که بر تغییر و دگرگونی در بخش ها تمرکز دارند. بخش ها در طول زمان دستخوش تغییر می شوند و در نتیجه باید بر قوانین ظهور، تغییر و دگرگونی آنها توجه فراوانی شود. این نکته به پیشینه دوره عمر صنعت و تحلیل های گسترده تر تکامل

5- Schumpeter
6- Kuznetz
7- Clark
8- Systems theory

1- Technological regimes
2- Technological opportunity
3- Cumulativeness of technological innovator
4- Appropriability of technological innovation

جدول ۱) مقایسه انواع نظام‌های نوآوری

نظام ملی نوآوری	نظام نوآوری منطقه‌ای	نظام بخشی نوآوری	نظام نوآوری فناورانه
سطح تمرکز	مرزهای جغرافیایی - ملی	مرزهای جغرافیایی - منطقه‌ای	بخش‌های صنعتی و خدماتی
هدف تحلیل	مقایسه عملکرد نوآورانه کشورها و تحلیل نقش پیشرفت‌های فناورانه در رشد اقتصادی کشورها	تعیین عملکرد اقتصادی یک منطقه و سیاست‌گذاری توسعه نوآوری منطقه‌ای	تحلیل تفاوت نوآوری در بخش‌های مختلف؛ تعیین سیاست‌ها و راهبردهای توسعه صنایع
شناخت ساختاری	سطح محدود: بازیگران و روابط متعامل با نوآوری به طور مستقیم سطح گسترده: تمام اجزای اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و سیاسی کشور	بنگاه‌ها، نهادها، زیرساخت‌های دانشی و سیاست‌گذاری نوآوری	دانش، فرآیندهای یادگیری و فناوری‌ها، کنشگران و شبکه‌ها، نهادها و تقاضا
ویژگی محوری	تاکید بر نوآوری و پیشرفت‌های فناورانه به عنوان عامل اثرگذار در رشد اقتصادی کشورها	خوشه‌های منطقه‌ای به عنوان یکی از عوامل اثرگذار در فرآیند نوآوری	وابسته بودن عوامل اثرگذار بر نوآوری در بخش‌های مختلف صنعتی

برای مطالعه صنایع مناسب است [۸ و ۷] و هم برای مطالعه اقتصادهای در حال توسعه و نوظهور [۶]. به علاوه، این چارچوب شاید برای مطالعه عوامل بخشی، که در موفقیت یا شکست کشورهای متأخر در صنعتی خاص تأثیر می‌گذارند، مفید باشد [۸ و ۷]. از نظر مالربا رویکرد نظام‌های بخشی نوآوری در موارد ذیل می‌تواند مفید باشد [۴]:

- تحلیل توصیفی تفاوت‌ها و تشابه‌ها در ساختار، سازمان و مرزهای بخش‌ها؛
 - حصول درک کاملی از تفاوت‌ها و تشابه‌ها در نحوه کارکردن، پویایی‌ها و تحولات در هر بخش؛
 - شناخت عوامل مؤثر در نوآوری، عملکرد تجاری و رقابت‌پذیری بنگاه‌ها و کشورها در سطح بین‌المللی در بخشی خاص؛
 - توسعه سیاست‌های عمومی جدید برای بخش‌های گوناگون نظام‌های بخشی در حال تغییر و تحول دائمی هستند.
- در حین تکامل هر نظام بخشی ممکن است تغییر و تحولاتی در رژیم‌های فناورانه و یادگیری یا در الگوهای نوآوری رخ دهد. ممکن است بازیگران و نهادهای جدید ظهور پیدا کنند یا بازیگران و شبکه‌های موجود به طور اساسی تغییر کنند.

تأکید می‌شود و برخلاف نگرش‌های سنتی اقتصاد صنعتی (مانند نظریه‌های خوشه‌های صنعتی و منطقه‌های صنعتی)، تعاملات غیرتجاری مانند تعاملات دانشی و قانونی اهمیت فراوانی دارند. صاحب‌نظران این نوع نگرش، با توجه به پایه‌های اقتصاد تکاملی، سعی دارند تا چگونگی فرآیند تحول و تکامل هر بخش را تبیین کنند و آن را به صورت سیستمی پویا می‌بینند که مرزها و تعاملات ایستا و ثابت ندارد، بلکه در طول زمان تغییر و تحول و تکامل می‌یابد [۵ و ۴].

بنگاه‌ها و سایر بازیگران در نظام بخشی با یکدیگر در ارتباط و تعاملند. این بنگاه‌ها در فرآیندهای رقابت، همکاری، نوآوری و تقلید مشارکت دارند. نظام‌های بخشی در طول زمان و از طریق فرآیند هم‌تکاملی بین اجزاء و مؤلفه‌ها تکامل پیدا می‌کنند. رابطه میان تغییرات فناوری، شکل رقابت و تکامل صنعت یک سؤال کلیدی و قدیمی در اقتصاد صنعتی و اقتصاد نوآوری است. اندازه بنگاه‌ها، ساختار بازار و شکل رقابت در انگیزش و قابلیت‌های موردنیاز برای نوآوری در هر صنعت تأثیر می‌گذارند [۴]. پس می‌توان گفت چارچوب پویای نظام‌های بخشی برای مطالعه فرارسی فناورانه و تکامل صنایع در کشورهای مختلف مناسب است. این چارچوب هم

در مبانی نظری نظام نوآوری، دانش و قابلیت های فناورانه از عوامل ایجادکننده مزیت برای بنگاه ها محسوب می شوند که در طول زمان کسب می شوند و قابلیت بنگاه ها در کسب و جذب و استفاده از آنها متفاوت است. دانش و قابلیت های فناورانه را می توان از راه های گوناگون شامل منابع دانشی درون و برون بنگاهی و با فعالیت های علمی و فناورانه کسب کرد [۱۶]. با اینکه صاحب نظران مراکزی چون دانشگاه ها و آزمایشگاه های تحقیقاتی دولتی و خصوصی تأمین کنندگان فناوری های بنگاه و استفاده کنندگان از آنها را جزو منابع خارجی دانش به حساب می آورند، قابلیت های بنگاه برای جذب آنها نقشی اساسی دارد. بنگاه ها در جریان فعالیت های دانشی خود در گذر زمان و با استفاده از دانش گذشته خود به یادگیری دانش جدید می پردازند و بین دانش جدید و قابلیت های گذشته بنگاه، وابستگی شدیدی وجود دارد.

۴-۲ بازیگران و شبکه ها

بنگاه ها کلیدی ترین بازیگران نظام های بخشی نوآوری اند. آنها درگیر نوآوری، تولید و فروش محصولات و خلق دانش و قابلیت های فناورانه جدید و استفاده از آنها هستند. همچنین با باورها، انتظارات، قابلیت ها و سازمان های خاص خود درگیر فرآیندهای یادگیری و انباشت دانش نیز هستند [۱]. بنگاه ها همچنین شامل بهره برداران و تأمین کنندگان اند که اشکال مختلفی از ارتباط با بنگاه های نوآور، تولیدکننده یا فروشنده را دارند. شبکه هایی که در یک بخش شکل می گیرند امکان دسترسی به مکمل های دانش و یکپارچه سازی آنها، قابلیت های متفاوت و تخصصی سازی را فراهم می آورند [۷و۴]. در یک نظام بخشی نوآوری، بنگاه ها با بازیگران بالادستی (تأمین کنندگان) و پائین دستی (مشتریان) مرتبطند. همچنین، با بازیگران دیگر همچون دانشگاه ها [۱۷]، مؤسسات تحقیقاتی دولتی و سازمان های سیاست گذار دولتی و سازمان های تأمین مالی رابطه دارند. شبکه های داخلی نیز با ایجاد فضایی برای تعاملات رسمی و غیررسمی و تسهیم دانش، نقش مهمی در این فرآیند ایفا می کنند. همچنین، شبکه های جهانی و زنجیره های ارزش جهانی^۲ این امکان را فراهم می کنند که بنگاه ها با دست یافتن به تخصص های معین در زمینه مرحله ای از فرآیند تولید، به زنجیره جهانی در یک

تغییر در تقاضا، کاربران و کاربری ها به تغییرات اساسی در بخشی منجر می شود که برخی بنگاه ها در آن درحال فعالیت اند و برخی بنگاه ها تمایل ورود به آن را دارند. تغییر و تحولات به فرآیندهای هم تکاملی مشتمل بر مؤلفه های دانش، فناوری، بازیگران و نهادها می انجامد. این فرآیندهای هم تکاملی خاص هر بخش هستند و ویژگی وابستگی به مسیر^۱ را دارند [۴].

در نگرش بخشی به نظام نوآوری، محیط نوآوری میان بخش ها از لحاظ منابع، بازیگران و نهادها متفاوت است. به عنوان مثال، در بخش دارویی طیف وسیعی از شرکت ها شامل شرکت های بزرگ تا شرکت های تازه تأسیس در آن فعالیت می کنند؛ تعامل قابل ملاحظه ای میان دانشگاه ها و سرمایه گذاران خطرپذیر وجود دارد و قوانین، حقوق مالکیت فکری، نظام ملی سلامت و ساختار تقاضا همگی نقش اساسی در فرآیند نوآوری دارند. اما در صنایع شیمیایی با شرایط متفاوتی روبرو هستیم. نوآوری عمدتاً در شرکت های بزرگ رخ می دهد و میزان تحقیق و توسعه داخلی بنگاه منبع اصلی نوآوری محسوب می شود. در حوزه ماشین ابزار نیز نوآوری ناشی از جریان طولانی مدت انباشت دانش در داخل شرکت بوده و تحقیق و توسعه نسبت به سایر بخش ها نقش کمتری بازی می کند. همچنین، ارتباط قابل ملاحظه ای میان کاربران محصولات و نیز فعالیت های درون بنگاهی وجود دارد [۵].

۴-۱ مؤلفه های نظام های بخشی نوآوری

هر نظام بخشی نوآوری از چهار مؤلفه کلیدی تشکیل می شود: پایه دانشی و فناوری، بازیگران و شبکه ها، نهادها و تقاضا. در ادامه به توضیح هر یک از این مؤلفه های پرداخته شده است.

۴-۱-۱ پایه دانشی و فناوری

دانش نقش اصلی را در نوآوری و تولید در هر بخش ایفا می کند. از طرفی، تفاوت بین بخش های گوناگون برحسب پایه دانشی و فرآیندهای یادگیری آنهاست. هر بخش با پایه دانشی، فناوری ها و ورودی های خاص خود شناخته می شود [۱۵]. پیوندها و مکمل ها میان فناوری ها، مصنوعات و فعالیت ها، نقش محوری بازی کرده و نیز در تعریف مرزهای نظام های بخشی نوآوری تأثیر اساسی دارند [۳و۴]. همچنین،

فیزیکی دشوارتر است. او از این موضوع به منزله چالشی برای ایجاد نظام‌های نوآوری مناسب به منظور فرارسی فناوریانه در کشورهای متأخر یاد می‌کند [۲۴].

ادکویست و جانسون چهار کارکرد اصلی برای نهادها در عرصه نوآوری ذکر کرده‌اند [۲۶]: با ایجاد اطلاعات لازم در مورد رفتار دیگر گروه‌ها و افراد و نیز کاهش میزان اطلاعات موردنیاز، عدم اطمینان را کاهش می‌دهند؛ تعارضات و همکاری‌های میان افراد و گروه‌ها را مدیریت می‌کنند؛ محرک‌ها و مشوق‌هایی برای تشویق به یادگیری و سهیم شدن در فرآیندهای نوآوری فراهم می‌آورند؛ نهادهایی مانند قوانین مالیاتی، یارانه‌های دولتی و تخصیص منابع به دانشگاه‌ها می‌توانند منابع لازم را به سوی فعالیت‌های نوآورانه سوق دهند، همچنین منابع را از فعالیت‌های نامناسب به سمت فعالیت‌های مناسب هدایت کنند.

۴-۴ تقاضا

در هر نظام بخشی نوآوری، تقاضا از افراد، بنگاه‌ها و مؤسسات مصرف‌کننده تشکیل شده که با دانش، فرآیند یادگیری و قابلیت محوری خاصی شناسایی می‌شوند و تحت‌تأثیر عوامل اجتماعی و نهادهای مختلفی هستند. تغییرات تقاضا، زمانی که با برخی ویژگی‌های پایه‌ای مانند دانش و قابلیت‌های فناورانه همراه می‌شود، در رفتار و سازماندهی فعالیت‌های نوآورانه بنگاه تأثیر چشم‌گیری می‌گذارد [۴]. تغییرات تقاضا در پویایی و تکامل نظام‌های بخشی نوآوری اهمیت فراوان دارد. همچنین، تقاضا یک عامل اصلی تحریک‌کننده نوآوری در نظام‌های نوآوری است و در شکل‌دهی به فعالیت‌های تولیدی و نوآورانه نقش کلیدی دارد. صاحب‌نظران معتقدند که تقاضا نقشی کلیدی در فرارسی و یادگیری فناورانه در هر بخش ایفاء می‌کند، خواه این تقاضا داخلی باشد و خواه تقاضا برای صادرات باشد [۶].

۵- پویایی و تحول در نظام‌های بخشی نوآوری

از منظر اقتصاددانان تکاملی، بازیگران با عقلانیت محدود^۶ در یک محیط پویا و نامطمئن در حال فعالیت، یادگیری و جستجو هستند و کارها را با روش‌های مختلف انجام می‌دهند. بنابراین تفاوت در دانش و یادگیری و رفتار از

حوزه صنعتی ملحق شوند [۱۸].

۴-۳ نهادها

نهادها دربرگیرنده نهادهای رسمی (قوانین، مقررات، استانداردها) و غیررسمی (هنجارها، رویه‌ها، عرف‌ها، عادات مشترک) هستند که مجموعه آنها به ادراک و کنش بازیگران شکل می‌دهند و در تعاملات میان آنها اثر می‌گذارند [۱۹ و ۲۰]. علاوه بر این، اقدام‌ها و تعاملات بازیگران مختلف در هر بخش از طریق نهادهای آن بخش شکل می‌گیرند. نهادها مشتمل بر قوانین، استانداردها، رویه‌ها و روال‌ها بوده و ممکن است رسمی یا غیررسمی و ملی یا بخشی باشند [۶]. در همه نظام‌های بخشی، نهادها در نرخ پیشرفت‌های فناورانه، سازماندهی فعالیت‌های نوآوری و عملکرد بخش نقشی کلیدی دارند. آنها ممکن است در نتیجه تصمیمات آگاهانه برنامه‌ریزی شده بنگاه‌ها یا سایر سازمان‌ها و یا در نتیجه تعامل پیش‌بینی نشده عوامل ایجاد شده باشند. نیوسی^۱ نهادها را این‌گونه تعریف می‌کند: مجموعه‌ای از آداب، روش‌ها، قواعد و قوانین که روابط میان افراد را قاعده‌مند می‌کنند و تعاملات اجتماعی را شکل می‌دهند [۲۱].

نهادها می‌توانند مشوق‌ها، اطلاعات و منابع لازم را فراهم کنند، عدم اطمینان را کاهش دهند و تعارضات را از بین ببرند. نورث^۲ نیز نهاد را این‌گونه تعریف می‌کند [۲۲]: قوانین بازی جامعه یا محدودیت‌های رسمی یا انسانی‌ای که تعاملات انسانی را شکل می‌دهند. نهادها هم به توسعه فناوری و صنعت در یک جامعه جهت می‌دهند (مانند تصویب قانون مالکیت فکری و حفظ منافع مخترعان) و هم پس از تکامل یافتن فناوری‌ها در حوزه‌های صنعتی و فناوری، از آنها تأثیر می‌پذیرند. از این‌رو، به باور صاحب‌نظرانی مانند نلسون، بین فناوری، ساختار صنعت و نهادها و مؤلفه‌های اجتماعی رابطه هم‌تکاملی^۳ برقرار است [۲۳]. نلسون بیان می‌کند که هر کشور در حال توسعه، برای اینکه بتواند به فرارسی فناورانه بپردازد، علاوه بر ایجاد و توسعه فناوری‌های فیزیکی^۴ به ایجاد و توسعه فناوری‌های اجتماعی^۵ نیاز دارد. البته او اشاره می‌کند که کسب فناوری‌های اجتماعی از کسب فناوری‌های

1- Niosi
2- North
3- Co-evolution
4- Physical technologies
5- Social technologies

6- Bounded rationality

(مثلاً ناشی از مداخلات دولت) را نیز در برخی از بخش‌ها شناسایی کرد. تغییرات در نظام‌های بخشی، نتیجه فرآیند تکامل - تعاملی عناصر مختلف آنها است که شامل دانش، فناوری، بازیگران و نهادها می‌باشد. مالربا و مانی از این فرآیندها به عنوان فرآیندهای بنیادین تعبیر کرده‌اند که اختصاصی هر بخش بوده و اغلب وابسته به مسیر هستند [۶].

۶- ارتباط رویکرد نظام‌های بخشی نوآوری با سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری

چارچوب نظام‌های بخشی نوآوری یک رویکرد مناسب برای سیاست‌گذاری فناوری و نوآوری ارائه می‌کند. برای مثال، اگر ما شناسایی کنیم که انتقال فناوری میان دانشگاه‌ها و صنایع به درستی اتفاق نمی‌افتد، یک شکست سیستمی را شناسایی نموده‌ایم. در اینجا سیاست‌گذار از طریق طراحی و اتخاذ سیاست مناسب در صدد رفع این شکست برمی‌آید. بنابراین، رویکرد نظام‌های بخشی نوآوری یک چارچوب نظری مناسب برای شناسایی شکست‌های سیستمی و متغیرهای مرتبط جهت هدف‌گذاری در امر سیاست‌گذاری ارائه می‌دهد. تحلیل‌های بخشی باید بر ویژگی‌های نظام‌مند نظیر پایه دانشی و مرزها، همگنی بازیگران و شبکه‌ها، نهادها، گذارها، فرآیندهای تکامل و هم‌تکاملی آنها تمرکز نمایند. نتیجه این تحلیل‌ها، شناختن ابعادی است که می‌توانند پیشنهاد سیاست‌گذاری در یک بخش خاص باشند [۲۷].

تأثیر سیاست‌های عمومی و افقی^۲ بر بخش‌های مختلف خیلی متنوع خواهد بود، زیرا شبکه‌ها، سازمان‌ها و نهادها در بخش‌های مختلف، متفاوت هستند. به علاوه، رویکرد نظام‌های بخشی نوآوری تاکید دارد که برای تقویت و ترویج نوآوری در یک بخش، سیاست‌های فناوری و نوآوری کفایت نمی‌کنند. بلکه طیف وسیعی از سیاست‌های دیگر نیاز هستند یعنی سیاست‌های فناوری و نوآوری باید از طریق سیاست‌های دیگر نظیر سیاست‌های علمی، سیاست‌های صنعتی و سیاست‌های رقابتی حمایت شوند. این نکته مؤید اهمیت ارتباطات متقابل، پیوندها و بازخوردها میان انواع

ناهمگونی بازیگران در تجربه و سازمان و عملکرد نشات می‌گیرد. چند فرآیند در جریان تکامل بخش‌ها رخ می‌دهد که باعث تحول و پویایی در نظام‌های بخشی نوآوری می‌شود. این فرآیندها عبارتند از:

- ایجاد تنوع (در فناوری، محصولات، بنگاه‌ها و سازمان‌ها)،
 - جایگزینی (که اینرسی و تداوم در نظام به وجود می‌آورد)
 - انتخاب (که تنوع را محدود کرده و ضد استفاده ناکارا از منابع عمل می‌نماید و سعی بر تخصیص کارای منابع دارد).
- تغییرات در نظام‌های بخشی در واقع نتیجه فرآیند تکاملی - تعاملی در میان اجزاء و عناصر مختلف آنها است. این اجزاء و عناصر می‌توانند از جنس دانش، فناوری، بازیگران یا نهادها باشد. به علاوه، فرآیند تکامل بخش‌ها خاصیت وابستگی به مسیر^۱ دارد و از بخشی به بخش دیگر متفاوت است [۶].

فرآیندهای تکاملی (یعنی تنوع‌بخشی، جایگزینی و انتخاب) هم‌زمان در نظام بخشی نوآوری به پیش می‌روند و تعاملات آنها با یکدیگر پایه‌ای برای پویایی نظام‌های بخشی محسوب می‌شوند [۶]. فرآیندهای تنوع‌بخشی را می‌توان به محصولات، فناوری‌ها، بنگاه‌ها و نهادها به‌علاوه رفتار و راهبردهای بنگاه در ورود، تحقیق و توسعه، نوآوری و موارد دیگر مرتبط دانست، به این معنی که تنوع در هر کدام این اجزاء می‌تواند به وجود آید [۴]. نظام‌های بخشی از منظر تنوع میان بازیگران با هم متفاوت هستند. محققان بسیاری بر نقش کاملاً متفاوت بنگاه‌های جدید در بخش‌های مختلف (در قالب نرخ‌های ورود، ترکیب و منشاء آنها) تأکید کرده و نتیجه می‌گیرند که این نقش‌های مختلف، اثرات متفاوتی بر شکل نظام‌های بخشی و درجه تغییر آنها می‌گذارند. تفاوت میان بخش‌ها در سطح و نوع ورود به‌شدت با تفاوت‌های موجود میان پایه دانشی آنها، سطح انتشار و توزیع شایستگی‌ها، حضور سازمان‌های غیربنگاهی (مانند دانشگاه‌ها) و کارکرد نهادهای بخشی (همچون قوانین و مقررات) مرتبط است.

از سوی دیگر فرآیندهای انتخاب، نقش کلیدی در کاهش ناهمگونی میان بنگاه‌ها دارند و بنگاه‌های ناکارآمد و با درجه پیشرفت پائین را از نظام خارج می‌کنند. این موضوع در رابطه با محصولات، فعالیت‌ها، فناوری‌ها و موارد دیگر نیز صادق است. علاوه بر انتخاب بازاری، می‌توان انتخاب غیربازاری

۲- منظور از سیاست‌های عمومی یا افقی آن دسته از سیاست‌هایی است که کارکردهای نظام نوآوری را مورد توجه و تمرکز قرار می‌دهند بر خلاف سیاست‌های خاص و عمودی که بر اولویت‌های موضوعی و فناورانه تمرکز دارند.

کشورهای اروپایی، ایالات متحده آمریکا و ژاپن پرداخته‌اند؛ برای مثال، مک‌کلوی و همکاران^۱ از منظر نظام بخشی نوآوری به مطالعه صنعت داروسازی در اروپا پرداختند. از نگاه آنها، مهم‌ترین سیاست‌های تأثیرگذار بر صنایع داروسازی و زیست‌فناوری عبارتند از [۲۸]: سیاست‌های حامی تحقیقات و آموزش باکیفیت و کارآمد؛ سیاست‌های مشوق ارتباط مستمر و سازنده میان صنعت و دانشگاه با هدف انتقال دانش و تجاری سازی فناوری؛ سیاست‌های مرتبط با ایجاد بازار برای نوآوری‌ها که در سایه چارچوب نهادی و قانون‌گذاری شفاف به سطح بالایی از کارایی و نوآوری در بنگاه‌ها منجر می‌شود؛ سیاست‌های رقابتی که سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه را توجیه‌پذیر می‌کند و زمینه را برای اتحادهای راهبردی میان شرکت‌های کوچک و بزرگ فراهم می‌سازد.

کسارونی و همکاران^۲ به مطالعه نظام بخشی صنایع شیمیایی در اروپا پرداختند. آنها دریافتند که سیاست‌های راه‌اندازی شبکه‌های کارآمد میان دانشگاه‌ها و تأمین‌کنندگان خاص، سیاست‌های ثبت اختراع برای محافظت و حمایت از فعالیت‌های بنگاه‌ها به‌ویژه بنگاه‌های کوچک فناوری‌بنیان اهمیت بسیاری در عملکرد این بخش دارند [۲۹].

اشتمولر^۳ به مطالعه نظام بخشی نوآوری صنعت نرم‌افزار در اروپا پرداخته و نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری‌های دولت، بخش نظامی و نظام‌های امنیت اجتماعی در صنعت نرم‌افزار اروپا نقش مهمی در تشویق و ترغیب به تحقیقات در دانشگاه‌ها، ایجاد زیرساخت‌ها و ارتقاء نظام تأمین سرمایه انسانی دانشی و دارای مهارت داشته است [۳۰].

ونگل و شپیرا^۴ نیز به مطالعه نظام بخشی نوآوری ماشین‌ابزار در کشورهای پیشرو در این عرصه (آلمان، ایتالیا، ایالات متحده آمریکا و ژاپن) پرداخته‌اند. از دید آنها سیاست‌های مرتبط با آموزش حرفه‌ای به طور گسترده‌ای توسعه مهارت‌های مورد نیاز برای طراحی و ساخت ماشین‌آلات را ترویج کردند. به علاوه، قوانین استخدامی به نسبت باثبات و راهبردهای استخدامی شرکت‌ها زمینه‌ای را برای تولید دانش انباشتی و نوآوری‌های تدریجی فراهم آوردند. علاوه بر این، استانداردهای اعلام شده از سوی دولت‌ها، نه تنها در رابطه

سیاست‌ها و تأثیر ترکیبی آنها بر پویایی‌ها و گذار نظام‌های بخشی است [۲۷].

چارچوب نظام بخشی نوآوری تأکید دارد که سیاست‌گذاران باید بر سطوح مختلف یک بخش تمرکز نمایند. در واقع، آنها باید به طور فعالانه‌ای در زمینه خلق دانش، حقوق مالکیت فکری، قوانین حکمرانی شرکتی، انتقال فناوری، نهادهای مالی، شکل‌گیری مهارت‌ها و خریدهای دولتی، سیاست‌گذاری کرده و از طریق اتخاذ سیاست‌های مناسب دست به توسعه قابلیت‌ها و شایستگی‌ها و خلق ترتیبات نهادی مناسبی بزنند که منجر به ارتقاء کارایی و اثربخشی در یک بخش شود. به علاوه، سیاست‌گذاران باید به ابعاد جغرافیایی نظام‌های بخشی توجه نمایند. توسعه نظام‌های بخشی در سطح محلی، ملی، منطقه‌ای و جهانی بر قابلیت‌های فناورانه و نهادها تأثیر فراوانی دارد. تأکید بر تنوع نظام‌های بخشی، اهمیت ابزارهای سیاستی مختلف برای هر بخش را پررنگ می‌کند. به عبارتی، سیاست‌ها باید در ارتباط نزدیک با مسئله‌ای باشند که بازیگران یک بخش با آن مواجه هستند. به علاوه، سیاست‌ها باید با زمینه، پایه دانشی، مرزها، شبکه‌ها و نهادهای هر بخش خاص در تناسب باشند [۲۷].

به طور خلاصه، سیاست‌های سنتی نوآوری طراحی می‌شدند تا منابع عمومی برای تحقیق و توسعه را فراهم سازند و مشوق‌ها را به گونه‌ای تغییر دهند که منجر به نوآوری در بنگاه‌ها شود. معافیت‌های مالیاتی برای تحقیق و توسعه، یارانه‌های تحقیق و توسعه و حمایت از ثبت اختراعات از جمله این سیاست‌ها هستند. رویکرد نظام‌های بخشی قصد ندارد که اهمیت این سیاست‌ها را انکار نماید. اما این رویکرد ابزاری برای سیاست‌گذاران فراهم می‌سازد که به درک بهتر تفاوت‌ها میان نظام‌های بخشی کمک نماید و آنها را در شناخت بازیگرانی که قرار است تحت تأثیر سیاست‌ها قرار بگیرند، یاری نماید [۲۷]. در ادامه به مرور سیاست‌های مؤثر بر شکل‌گیری و تکامل برخی نظام‌های بخشی نوآوری در تعدادی از کشورهای توسعه‌یافته/صنعتی و در حال توسعه/اقتصادهای نوظهور پرداخته شده است.

۶-۱ مروری بر تجربه کشورهای توسعه‌یافته و صنعتی

اولین محققانی که از این چارچوب نظری بهره گرفته‌اند به مطالعه صنایعی از کشورهای توسعه‌یافته و صنعتی نظیر

1- McKelvey

2- Cesaroni

3- Steinmueller

4- Wengel and Shapira

داشته‌اند [۳۳].

لی به مطالعه صنعت فناوری اطلاعات و ارتباطات تایوان پرداخته و یافته‌های او مؤید آن است که نظام‌های بخشی نوآوری در نظام‌های ملی نوآوری تعبیه شده‌اند و تکامل‌شان از طریق سیاست‌های دولت یا تقویت یا تضعیف می‌شوند. به علاوه، سیاست‌های اصلی موجود در این بخش عبارتند از: معافیت‌های مالیاتی برای فعالیت‌های تحقیقاتی و آموزش پرسنل؛ انجام پژوهش‌های نوآورانه از طریق کسب‌وکارهای کوچک و متوسط (SMEs) و برنامه‌های توسعه فناوری. علاوه بر این، سیاست‌های جدید در این حوزه شامل این موارد است: مقررات‌زدایی از بخش ارتباطات از راه دور؛ سیاست‌های تشویق طرف تقاضا و برخی طرح‌ها و پروژه‌های خاص [۳۴].

کیم و همکاران^۲، با بهره‌گیری از دیدگاه نظام‌های بخشی نوآوری، به مطالعه فرارسی نوآورانه و بازار بنگاه‌های چین در صنعت نرم‌افزار و نقش دولت در این فرآیند پرداخته‌اند. یافته‌های آنها نشان می‌دهد که بنگاه‌های فعال در حوزه نرم‌افزار در چین، بر اساس رژیم‌های نوآورانه مختلف، راهبردهای متفاوتی برای یادگیری و فرارسی اتخاذ می‌کنند. با این حال، این راهبردهای یادگیری و اکتساب فناوری، بدون قانون‌گذاری دولت به زیان شرکت‌های خارجی مانند محدودیت‌های کسب‌وکاری و خریدهای انحصاری برای محصولات داخلی در نرم‌افزارهای کاربردی، به موفقیت‌های تجاری نمی‌انجامد [۳۵].

مانی به مطالعه صنعت دارو در هند (مطالعه موردی شرکت کیپلا) پرداخته است. او به برخی سیاست‌های تأثیرگذار بر این بخش اشاره کرده است [۳۶]: ایجاد رژیم کارا و اثربخش ثبت اختراعات در هند، تأمین نیروی انسانی توسعه‌یافته و توانمند برای انجام دادن فعالیت‌های تحقیق و توسعه در صنعت دارو، تقویت و توسعه مؤسسات تحقیقاتی دولتی، ایجاد انگیزش‌های مالی در زمینه تحقیق و توسعه، تشویق سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر، حمایت از به‌روزرسانی دانش و قابلیت‌های نوآورانه و ترسیم چشم‌انداز مشترک، مراقبت از بازار بزرگ داخلی و توسعه صادرات.

مطالعه نظام‌های بخشی نوآوری در بستر کشورهای در حال

با سلامت و ایمنی، بلکه حتی در رابطه با اقتصاد مقیاس در این صنعت پیشینه‌ای طولانی دارند. قانون اتحادیه اروپا در رابطه با ماشین‌آلات در تحقق بازار مشترک به‌ویژه در صنعت ماشین‌آلات بسیار تأثیرگذار بود [۳۱].

بررسی مطالعات انجام شده در بستر کشورهای توسعه‌یافته (عمدتاً اروپایی) مؤید آن است که، رویکرد نظام‌های بخشی نوآوری یک روش شناسی جدید برای مطالعه بخش‌ها ارائه می‌کند و بنابراین، شناسایی متغیرهایی که باید به عنوان هدف سیاستی در نظر گرفته شوند را تسهیل می‌کند. علاوه بر این، تأثیر سیاست‌های عمومی و افقی ممکن است در بخش‌های مختلف، متفاوت باشد و آثار مختلفی را به دنبال داشته باشد. تحلیل خردمایه‌ها و عقلانیت‌ها و همچنین تأثیر سیاست‌ها بر بخش‌های مختلف، نیازمند ارزیابی تطبیقی عمیق و دقیق در طول زمان و بین کشورها و بخش‌های صنعتی مختلف است. به منظور تقویت نوآوری و انتشار آن در یک بخش، نه تنها سیاست‌های فناوری و نوآوری، بلکه دامنه وسیعی از سیاست‌ها باید مطالعه شود. به علاوه، در سیاست‌گذاری نوآوری در بخش‌های مختلف باید به تفاوت‌های ساختاری و جغرافیایی بخش‌های صنعتی مختلف توجه گردد [۴].

۶-۲ مروری بر تجربه کشورهای در حال توسعه و اقتصادهای نوظهور

برخی کشورهای در حال توسعه توانستند پس از مدتی گوی سبقت را در زمینه به‌کار بستن چارچوب نظام‌های بخشی نوآوری برای تبیین شکل‌گیری، تکامل و فرارسی نوآورانه در بعضی بخش‌های صنعتی برابند [۳۲]. کانپلس و همکارانش^۱ از دیدگاه نظام‌های بخشی نوآوری به مطالعه صنعت نرم‌افزار در اروگوئه پرداختند. یافته‌های آنها نشان می‌دهد که سیاست‌هایی نظیر تسهیل جابجایی نیروی کار میان بنگاه‌ها از طریق قوانین انعطاف‌پذیرتر؛ تقویت فعالیت‌های شبکه‌سازی میان بنگاه‌ها به صورت محلی و بین‌المللی؛ سرمایه‌گذاری در آموزش عالی؛ سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و پرداخت یارانه‌های تحقیقاتی؛ ایجاد پیوند میان بخش خصوصی و دانشگاه‌ها؛ جذب بنگاه‌های خارجی نوآور؛ کمک به افزایش سرریزهای فناوری و یادگیری از طریق همکاری میان بنگاه‌ها و شرکت‌های زایشی تأثیر چشم‌گیری در توسعه این بخش

مختلف که کشورهای در حال توسعه موفق به فرارسی در آنها شده‌اند می‌توان به ضرورت یادگیری و ایجاد قابلیت توسط بنگاه‌های داخلی، اهمیت دسترسی به دانش فنی خارجی، لزوم آموزش و سرمایه انسانی ماهر و نقش‌آفرینی فعال دولت اشاره کرد. از طرفی، بخش‌های مطالعه شده در مواردی چون ساختار صنعت، شرایط تقاضا و روابط افقی، نوع بازیگران فعال در بخش، روش‌های تأمین مالی، نوع سیاست‌های دولت، استانداردها و قوانین با یکدیگر تفاوت دارند [7]. به علاوه، واکاوی مطالعات صورت گرفته از طریق تلفیق مفهوم نظام‌های بخشی نوآوری و پنجره‌های فرصت نشان می‌دهد که شرکت‌ها و کشورهای متأخر می‌توانند از طریق بهره‌برداری از پنجره‌های فرصت فناوری، نهاد/سیاست و تقاضا اقدام به فرارسی فناوریانه در یک بخش صنعتی نمایند و از پیشگامان آن صنعت پیشی بگیرند. این شرکت‌های متأخر می‌توانند از طریق پاسخگویی‌های راهبردی به پنجره‌های فرصت، ایجاد شده، شرکت‌های پیش‌تاز را به چالش بکشند و به رهبری بازار دست یابند [8].

کنکاش در مقالاتی که به مطالعه نظام‌های بخشی نوآوری در صنایع با کالاهای سرمایه‌ای و محصولات و سامانه‌های پیچیده پرداخته‌اند [37 و 38] مؤید آن است که الگوهای فرارسی فناوریانه در صنایع تولیدکننده کالاهای سرمایه‌ای و محصولات و سامانه‌های پیچیده با صنایع تولیدکننده کالاهای مصرفی که دارای نظام تولید انبوه هستند، کاملاً متفاوت است، زیرا در صنایع تولیدکننده کالاهای سرمایه‌ای و محصولات و سامانه‌های پیچیده برخلاف صنایع تولیدکننده کالاهای مصرفی، بنگاه‌های تولیدکننده با مشتریانی سروکار دارند که خودشان بنگاه‌های تولیدکننده محصولات هستند نه مصرف کنندگان صرف. به علاوه، در این صنایع، دانش ضمنی انباشت شده از طریق تعامل میان بنگاه تولیدکننده و بنگاه مشتری از اهمیت بالایی برخوردار است. به طور کلی، کالاهای سرمایه‌ای و محصولات و سامانه‌های پیچیده دارای رژیم‌های فناوریانه و بازار متفاوتی از محصولات مصرفی با نظام تولید انبوه هستند و این تفاوت‌ها بر الگوی فرارسی فناوریانه در آنها تأثیر می‌گذارد. از طرفی، مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه گذار اقتصادهای نوظهور (مانند چین، هند و برزیل) به رهبری بازار در برخی بخش‌های صنعتی نشان می‌دهد که

توسعه بیانگر است که: تفاوت‌های کلیدی موجود در نظام‌های بخشی به ما این اجازه را می‌دهد که درک کنیم چرا برخی عوامل بر عملکرد نوآورانه در برخی بخش‌ها مؤثر هستند ولی در بخش‌های دیگر خیر؟ همچنین، چرا برخی سیاست‌ها تأثیر چشم‌گیری بر برخی بخش‌ها دارند، در حالی که تأثیر آنها بر سایر بخش‌ها جزئی است؟ ضمناً، تفکیک قابلیت‌های تحقیق و توسعه (که بیشتر مختص کشورهای توسعه‌یافته است) از قابلیت‌های ساخت و تولید (که بیشتر مختص کشورهای در حال توسعه است) می‌تواند برای درک فرآیند نوآوری و تولید در نظام‌های بخشی بسیار مفید باشد. به علاوه، در بخش‌های دانش محور، شکل‌گیری مهارت‌ها و سرمایه‌های انسانی به طور خاص با رشد آن بخش در ارتباط هستند؛ همچنین، کارآفرینی و شرکت‌های زایشی برای نوآوری در یک بخش که مشتمل بر کسب و کارهای کوچک و متوسط است، به شدت ضروری است. علاوه بر این، بخش‌های سنتی (برای مثال صنعت پرورش ماهی در شیلی) لزوماً بخش‌هایی با فناوری و دانش پائین نیستند و به طور روزافزون نیاز به بهره‌برداری و یکپارچه سازی دانش‌های توسعه یافته و متنوع دارند؛ در نهایت، وابسته به ابزارها، زمان بندی و بستر بخش‌ها، دولت می‌تواند هم نقش تسهیل‌گر و هم نقش مانع را بر سر راه ایجاد یک نظام بخشی نوآوری بازی کند [6].

۷- روندهای پیش روی سیاست‌گذاری در نظام‌های

بخشی نوآوری

طی سال‌های اخیر چارچوب نظری نظام‌های بخشی نوآوری در کنار چارچوب‌های نظری دیگر مانند فرارسی فناوریانه، پنجره‌های فرصت، گذار به رهبری بازار و محصولات و سامانه‌های پیچیده به کار گرفته شده است. هر دسته از این مطالعات منجر به پدید آمدن دلالت‌های مهم و کلیدی برای سیاست‌گذاری شده‌اند که در ادامه به آنها اشاره می‌شود:

مطالعه مقالاتی که از چارچوب نظری نظام‌های بخشی نوآوری با هدف تبیین فرارسی فناوریانه در کشورهای در حال توسعه و متأخر بهره برده‌اند، نشان می‌دهد که فرارسی فناوریانه یک فرآیند یادگیری بلندمدت است که به دلیل عوامل مختلف مؤثر بر موفقیت یا شکست آن، از یک بخش به بخش دیگر متفاوت است. از جمله نقاط اشتراک بخش‌های صنعتی

گرفته و تکامل دانش و قابلیت‌های فناورانه در شرکت‌های مذکور در شکل ۲ نمایش داده شده است [۴۰].

۳-۸ بازار و تقاضا

برای بررسی تکامل در ساختار بازار نیاز به بررسی تغییر و تحول در مؤلفه‌های اصلی بازار نظیر مشتریان، تأمین کنندگان، رویکرد شرکت‌های داخلی به بازار و رقابت است. خلاصه‌ای از تغییر ساختار بازار و شرایط تقاضا در نظام بخشی نوآوری صنعت توربین‌های گازی در ایران در شکل ۳ نمایش داده شده است [۴۰].

۴-۸ سیاست‌های دولت

به عنوان موردکاوی تأثیر چشم‌گیر سیاست‌های دولت بر نظام‌های بخشی نوآوری، در این بخش به انواع سیاست‌های دولت که بر شکل‌گیری و تکامل صنعت توربین‌های گازی در ایران تأثیرگذار بوده‌اند اشاره می‌شود [۴۰].

۴-۸-۱ سیاست‌های راهبردی و هماهنگی

حدود دو دهه پیش در کشور ایران، وزارت نیرو به دلیل نیاز شدیدی که به تجهیزات کلیدی نیروگاه‌های تولید برق از جمله ژنراتورها و توربین‌های گازی به منظور تأمین انرژی کشور احساس کرده بود، اقدام به تأسیس شرکت مپنا کرد تا بتواند از این طریق به تقاضای موجود برای تجهیزات اصلی نیروگاه‌ها که تا قبل از آن از طریق شرکت‌های خارجی تأمین می‌شد، پاسخ دهد. از جمله سیاست‌های دولت در ارتباط با توسعه شرکت توگا می‌توان به سیاست ساخت داخل اشاره کرد که بر مبنای آن از این شرکت انتظار می‌رفت تا پروژه‌ها را به گونه‌ای مدیریت کند که با حفظ کیفیت خروجی‌ها، سهم استفاده از منابع و ظرفیت‌های داخلی حداکثر گردد. دولت پروژه ساخت شش نیروگاه سیکل ترکیبی را به صورت یکجا

برای تبیین این رویداد نیاز به کاربست یک الگوی چندسطحی است. برخی عوامل مؤثر بر دستیابی به رهبری بازار عبارتند از: کارآفرینی، یادگیری، قابلیت‌های ساز و راهبردها (در سطح بنگاه)، دانش و قابلیت‌های فناورانه، بازیگران و شبکه‌ها و نهادها (در سطح بخش) و بازیگران نظام ملی نوآوری و چارچوب نهادی (در سطح ملی) [۳۹].

۸- موردکاوی: سیاست‌های تأثیرگذار بر نظام بخشی

نوآوری توربین‌های گازی در ایران

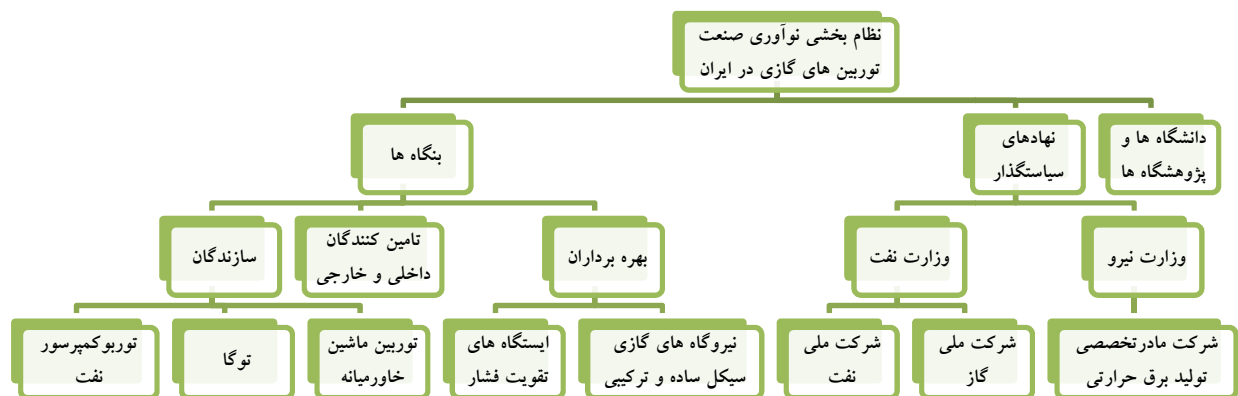
در این بخش به معرفی مؤلفه‌های تشکیل دهنده نظام بخشی نوآوری صنعت توربین‌های گازی در ایران یعنی بازیگران، دانش و قابلیت‌های فناورانه، سیاست‌های دولت و ساختار بازار و تقاضا پرداخته شده و بر تنوع و پویایی سیاست‌های دولت به منظور شکل‌گیری و تکامل این نظام بخشی نوآوری تاکید شده است [۴۰].

۸-۱ بازیگران

بازیگران نظام نوآوری بخشی صنعت توربین‌های گازی در ایران در شکل ۱ نمایش داده شده‌اند و همانطور که مشاهده می‌شود این نظام نوآوری بخشی متشکل از بازیگران بنگاهی (صنعت توربین‌های گازی) و غیربنگاهی (سازمان‌های سیاست‌گذار، دانشگاه‌ها و پژوهشکده‌ها) است [۴۰].

۸-۲ دانش و قابلیت‌های فناورانه

در اینجا نحوه انباشت و تکامل دانش و قابلیت‌های فناورانه ساخت توربین‌های گازی در سه بنگاه اصلی فعال در این حوزه یعنی گروه مپنا (شرکت توگا)، شرکت توربوکمپرسور نفت و شرکت توربین ماشین خاورمیانه مورد بررسی قرار



شکل ۱) بازیگران نظام بخشی نوآوری توربین‌های گازی در ایران [۴۰]



شکل ۲) الگوی تکامل دانش و قابلیت‌های فناورانه در شرکت‌های توگا، توربوکمپرسور نفت و توربین ماشین خاورمیانه

قرارداد پژوهشی به شکل قرارداد سرمایه‌گذاری مشترک^۱ با عنوان "بومی‌سازی و توسعه دانش فنی طراحی و ساخت توربین‌های گازی ۲۵ مگاوات با قابلیت افزایش تا ۳۰ مگاوات و کسب نشان ایرانی" با شرکت توربوکمپرسور نفت نمود. به علاوه، شرکت ملی گاز اقدام به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها از جمله احداث کارخانه و خرید ماشین آلات و تجهیزات نقش مورد نیاز کرد.

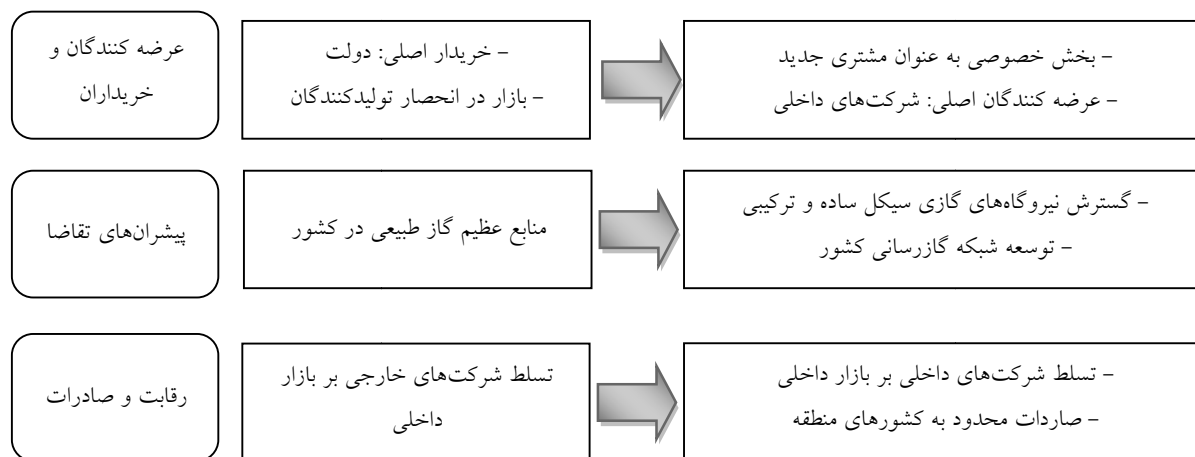
۸-۴-۳ سیاست‌های خرید و بهره‌برداری

وجود بازار چشم‌گیر داخلی برای توربین‌های گازی مورد نیاز نیروگاه‌ها و خطوط انتقال گاز منجر به اتخاذ سیاست‌هایی نظیر تجمیع تقاضا از سوی وزارت‌های نیرو و نفت شده و این امر به ایجاد فرصت و انگیزه کافی نزد تولیدکنندگان داخلی برای کسب دانش و قابلیت‌های فناورانه ساخت این محصولات انجامید. این نوع قراردادها باعث شد از طریق

و بدون رقابت، به توگا واگذار کرد تا از این طریق شرایط را برای انتقال فناوری به شرکت‌های داخلی ایجاد نماید. به علاوه، در زمینه توربین‌های گازی صنعتی نیز تأسیس شرکت توربوکمپرسور نفت تحت تأثیر سیاست‌های دولت به ویژه وزارت نفت و سیاست‌های کلان علم و فناوری کشور و همچنین سیاست‌های بخشی در زمینه انرژی بوده است.

۸-۴-۲ سیاست‌های سرمایه‌گذاری و تأمین کننده مالی

از جمله سیاست‌های دولت در نقش سرمایه‌گذار در رابطه با شرکت توگا می‌توان به مشارکت بین وزارت نیرو با گروه توگا با موضوع طراحی و ساخت از پایه توربینی ۲۲۰ مگاواتی اشاره کرد. در رابطه با توربین‌های گازی صنعتی و شرکت توربوکمپرسور نفت، بعد از شروع تحریم‌ها و در سال ۱۳۹۱ به دنبال رفتن شرکت زیمنس از ایران، مدیریت پژوهش و فناوری شرکت ملی گاز اقدام به انعقاد بزرگترین



شکل ۳) تغییر ساختار بازار و شرایط تقاضا در نظام بخشی نوآوری صنعت توربین‌های گازی در ایران [۴۰]

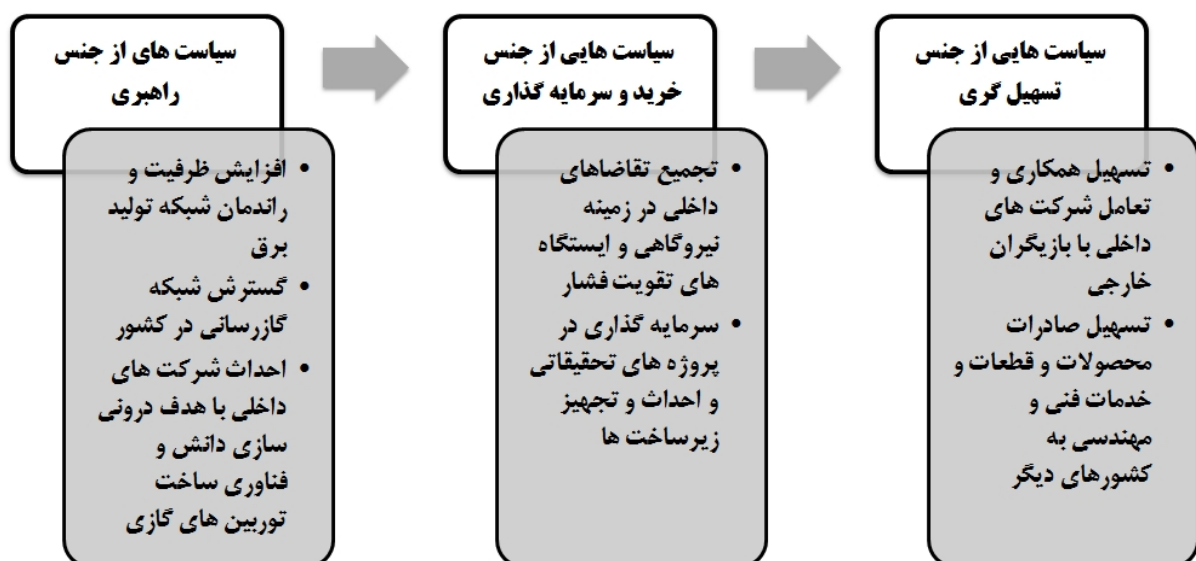
توانمند و شکل گیری تعامل نزدیک میان بنگاه ها و دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی نشان دهد. به علاوه، در رابطه با شرکت توروبوکمپرسور نفت و تجربه طرح توربین IGT25 باید به انتخاب پژوهشگرده توربین های گازی به عنوان مشاور و ناظر پروژه از سوی شرکت ملی گاز اشاره کرد. هدف اصلی این پژوهشگرده، نقش آفرینی مؤثر در تعریف و اجرای طرح های کلان ملی در زمینه توربین های گازی است. از جمله سیاست های دولت در نقش تسهیل گر، ورود و پیگیری جهت ایجاد بستر لازم برای سرمایه گذاری شرکت های خارجی و شکل گیری همکاری میان بنگاه های داخلی فعال در این حوزه و شرکت های پیشرو خارجی از جمله زیمنس است. به عنوان مثال، وزارت های نیرو و نفت پس از ماه ها مذاکره، زمینه لازم برای ایجاد مشارکت میان شرکت های توگا و توروبوکمپرسور نفت با شرکت زیمنس در زمینه ساخت توربین های کلاس F و مدل های جدید توربین های صنعتی را فراهم آوردند. از جمله سیاست های دیگر دولت تسهیل صادرات خدمات فنی و مهندسی و توربین های گازی تولید شده به کشورهای همسایه مانند عراق و سوریه در قالب پروژه های ساخت نیروگاه در این کشورها و همچنین فروش قطعات توربین به کشورهای نظیر اندونزی و عمان است.

بررسی ها در زمینه تنوع و پویایی های سیاست های دولت و اثر آن بر شکل گیری و تکامل صنعت توربین های گازی در ایران (شکل ۴)، گویای آن است که دولت از طریق ایفاء

تجمیع پروژه های نیروگاهی داخلی قدرت چانه زنی شرکت توگا در مقابل شرکت های خارجی افزایش یابد و از این مجرا تعامل میان این شرکت و منابع خارجی دانش و فناوری تسهیل گردد. برخی سیاست های دولت در نقش مشتری و خریدار عبارتند از: تجمیع تقاضا توربین گاز مورد نیاز در شش نیروگاه سیکل ترکیبی و سفارش ساخت ۳۰ دستگاه توربین های گازی به شرکت تازه تأسیس توگا با هدف درونی سازی دانش و فناوری ساخت توربین V94.2 و سفارش ۵۰ دستگاه توربین های گازی صنعتی به شرکت زیمنس و شریک داخلی آن یعنی شرکت توروبوکمپرسور نفت با هدف درونی سازی بخشی از دانش و فناوری ساخت این توربین ها. به علاوه، شرکت ملی گاز از طریق تجمیع نیازها و تقاضای داخلی برای توربین های گازی صنعتی و سفارش ۲۰۰ دستگاه توربین (۱۰۰ دستگاه به شرکت توگا و ۱۰۰ دستگاه به شرکت توروبوکمپرسور نفت) به شرط انتقال دانش و فناوری ساخت توربین ها از شرکت های خارجی به داخل کشور نقش مهمی در شکل گیری و توسعه این صنعت در کشور به ثبت رسانده است.

۸-۴- سیاست های توانمندسازی و تسهیل گری

دولت از تأسیس هرگونه مرکز تحقیقاتی که تعامل و ارتباط نزدیکی با شرکت توگا و شرکت های زیرمجموعه آن ایجاد کنند، حمایت کرده است. نتایج این گونه سیاست های دولت می تواند خود را در قالب شکل گیری و توسعه سرمایه انسانی



شکل ۴) تنوع و پویایی سیاست های دولت در مسیر شکل گیری و تکامل نظام بخشی نوآوری توربین های گازی در ایران [۴۰]

A Comparative Study. Oxford University Press, Oxford.

[13] Cooke, P., Uranga, M. G., & Extbarria, E. (1997). Regional innovation systems: institutional and organizational dimensions. *Research Policy*, 4 and 5, 475-493.

[14] Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1995). On the nature, function and composition of technological systems. In: Carlsson, B. (Ed.), *Technological Systems and Economic Performance*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

[15] Granstrand, O. (1994). *The Economics of Technology*. Amsterdam: Elsevier Science.

[16] Nelson, R. R., and Rosenberg, N. (1993). Technical Innovation and National Systems. In Nelson, R. R. (ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.

[17] Mazzoleni, R., and Nelson, R. (2006). The Roles of Research at Universities and Public Labs in Economic Catch-up. LEM Working Paper Series.

[18] Giuliani, E., Pietrobelli, C., and Rabellotti, R. (2005). Upgrading in Global Value Chains: Lessons from Latin American Clusters. *World Development*, 33(4), 549-573.

[19] Edquist, Ch. and Johnson, B. (1997). Institutions and Organisations in Systems of Innovation. In Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation-Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter.

[20] Nelson, R. R., and Sampat, B. N. (2000). Making Sense of Institutions as a Factor Shaping Economic Performance. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 44(1), 31-54.

[21] Niosi, J. (2002). National Systems of Innovations Are 'X-Efficient' (and X-Effective): Why Some Are Slow Learners. *Research Policy*, 31(2), 291-302.

[22] North, D. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.

[23] Nelson, R. R. (1994). The co-evolution of technology, industrial structure, and supporting institutions. *Industrial and Corporate Change*, 3(1), 47-63.

[24] Nelson, R. R. (2004). The Challenge of Building an Effective Innovation System for Catch-up. *Oxford Development Studies*, 32(3), 365-374.

[25] Edquist, Ch. (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter.

[26] Edquist, Ch. and Johnson, B. (1997). Institutions and Organisations in Systems of Innovation. In Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation-Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter.

[27] Malerba, F. (2005). Sectoral Systems: How and Why Innovation Differs Across Sectors. In: Fagerberg, J., Mowery, D. C., and Nelson, R. R. (Ed), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press.

[28] McKelvey, M., Orsenigo, L., and Pammolli, F. (2004). Pharmaceuticals Analyzed through the Lens of a Sectoral Innovation System. In Malerba, F. (ed.), *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press.

نقش‌های مختلف نظیر راهبری و هماهنگی، مشتری و بهره‌بردار، سرمایه‌گذار و تسهیل‌گر به طراحی و اجرای سیاست‌هایی پرداخته که زمینه و بستر لازم برای شکل‌گیری و تکامل صنعت توربین‌های گازی در ایران را فراهم کرده است. به علاوه، با کمی دقت و تأمل در سیر تغییر و تکامل سیاست‌های دولت می‌توان متوجه شد که این سیاست‌ها عمدتاً با سیاست‌هایی از جنس راهبری شروع شده‌اند، با سیاست‌هایی از جنس خرید و سرمایه‌گذاری ادامه پیدا کرده‌اند و با سیاست‌هایی از جنس تسهیل‌گری تکمیل شده‌اند. به عبارتی در دوره‌های زمانی مختلف، چگالی سیاست‌های مختلف تغییر کرده است.

References

منابع

[1] Nelson, R. R., and Winter, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.

[2] Pavitt, K. (1984). Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory. *Research Policy*, 13(6), 343-373.

[3] Breschi, S., and Malerba, F. (1997). Sectoral Innovation Systems. In Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter Publishers.

[4] Malerba, F. (2002). Sectoral Systems of Innovation and Production. *Research Policy*, 31, 247-264.

[5] Malerba, F. (2004). *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press.

[6] Malerba, F., and Mani, S. (2009). *Sectoral Systems of Innovation and Production in Developing Countries*. Cheltenham: Edgar Elgar.

[7] Malerba, F., and Nelson, R. (2011). Learning and Catching up in Different Sectoral Systems: Evidence from Six Industries. *Industrial and Corporate Change*, 20(6), 1645-1675.

[8] Lee, K., and Malerba, F. (2017). Catch-up Cycles and Changes in Industrial Leadership: Windows of Opportunity and Responses of Firms and Countries in the Evolution of Sectoral Systems. *Research Policy*, 46(2), 338-351.

[9] Castellacci, F. (2007). Technological regimes and sectoral differences in productivity growth. *Industrial and Corporate Change*, 16(6), 1105-1145.

[10] Breschi, S., Malerba, F., and Orsenigo, L. (2000). Technological regimes and Schumpeterian patterns of innovation. *The Economic Journal*, 110, 388-410.

[11] Park, K. H., and Lee, K. (2006). Linking the technological regime to the technological catch-up: analyzing Korea and Taiwan using the US patent data. *Industrial and Corporate Change*, 15(4), 715-753.

[12] Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems*.

- Mani, S. (eds.), Sectoral Systems of Innovation and Production in Developing Countries. Cheltenham: Edgar Elgar.
- [35] Kim, J. Y., Park, T. Y., and Lee, K. (2013). Catch-up by Indigenous Firms in Software Industry and the Role of the Government in China: A Sectoral System of Innovation (SSI) Perspective. *Eurasian Business Review*, 3(1), 100-120.
- [36] Mani, S. (2017). Leadership in the Automobile Industry: The Case of India's Tata Motors. In Malerba, F., Mani, S., and Adams, P. (eds.), *The Rise to Market Leadership: New Leading Firms from Emerging Countries*. Inc. USA: Edward Elgar.
- [37] Kim, Y. Z., and Lee, K. (2008). Sectoral Innovation System and a Technological Catch-up: The Case of the Capital Goods Industry in Korea. *Global Economic Review*, 37(2), 135-155.
- [38] Zhang, L., Lam, W., & Hu, H. (2013). Complex product and system, catch-up, and sectoral system of innovation: a case study of leading medical device companies in China. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 6(3), 283-302.
- [39] Malerba, F., Mani, S., and Adams, P. (2017). *The Rise to Market Leadership: New Leading Firms from Emerging Countries*. Inc. USA: Edward Elgar.
- [40] Safdari Ranjbar, M., Rahmanseresht, H., Manteghi, M., & Ghazinoori, S. (2018). Sectoral Innovation System of a Complex Product System Industry: Gas Turbine. *Journal of Science and Technology Policy*, 9(4), 55-70. {In Persian}.
- [29] Cesaroni, F., Gambardella, A., Garcia-Fontes, W., and Mariani, M. (2004). The Chemical Sectoral System: Firms, Markets, Institutions and the Processes of Knowledge Creation and Diffusion. In Malerba, F. (ed.), *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [30] Steinmueller, W. E. (2004). The European Software Sectoral System of Innovation. In Malerba, F. (ed.), *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [31] Wengel, J., and Shapira, P. (2004). Machine tools: the remaking of a traditional sectoral innovation system. In: Malerba, F. *Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [32] Safdari Ranjbar, M., & Ghazinoori, S. (2018). Two Decades with Sectoral Innovation Systems: The Traveled Path and the Horizons Ahead. *Journal of Science and Technology Policy*, 2(2), 17-42. {In Persian}.
- [33] Caniels, M., Kesidou, E., and Romjin, H. (2009). The Software Sector in Uruguay: A Sectoral Systems of Innovation Perspective. In Malerba, F. and Mani, S. (eds.), *Sectoral Systems of Innovation and Production in Developing Countries*. Cheltenham: Edgar Elgar.
- [34] Lee, T. L. (2009). From 'Nuts and Bolts' to 'Bits and Bytes': The Evolution of Taiwan ICT in a Global Knowledge-Based Economy. In Malerba, F., and