

چکیده

این مقاله سعی دارد رهیافت نظام ملی نوآوری را به عنوان چارچوب سیاست‌گذاری فناوری از طریق تاکید آن بر تعامل دو طرفه تکنولوژیک بین بنگاه‌ها و صنایع بزرگ، در مقابل نگاه نگاشت نهادی، تبیین کند. از یک طرف مقاله به دنبال نشان دادن این نکته است که مدل‌های خطی در اصل در جهان خارج وجود نداشته است، بلکه این مدل‌ها به فهم بشر در حوزه دانشگاهی بازمی‌گردد، برای همین استفاده از این مدل‌ها با تکیه بر سودمندی آن‌ها در گذشته از توجیه قابل قبولی برخوردار نیست. از طرف دیگر، حتی با فرض وجود و سودمندی چنین مدل‌هایی در گذشته، مدل‌های خطی نمی‌تواند کفایت لازم را برای سیاست‌گذاری علم و فناوری کشور به همراه داشته باشد و از عرصه‌های مهمی مانند توسعه فناوری در بنگاه‌های بزرگ غافل است.

واژگان کلیدی: نظام‌های نوآوری، سیاست فناوری و نوآوری، تنوع فناورانه، بنگاه‌های بزرگ.

تاملی در کارآیی نظام ملی نوآوری به عنوان چارچوب سیاست‌گذاری فناوری و نوآوری در ایران

جواد نوری

دانشجوی دکتری سیاست‌گذاری علم، فناوری و صنعت، دانشگاه صنعتی شریف
پژوهشکده سیاست‌گذاری علم، فناوری و صنعت، دانشگاه صنعتی شریف
j_noorim@yahoo.com

ابراهیم سوزنچی کاشانی

دکترای سیاست‌گذاری علم و فناوری
پژوهشکده سیاست‌گذاری علم، فناوری و صنعت، دانشگاه صنعتی شریف
ebrahim.souzanchi@gmail.com

مقدمه

عمر تلاش‌های اقتصاددانان خارج از جریان اصلی اقتصادی، که گاهی آنان را نفوشومپیترین^۱ می‌خوانند، برای درک نحوه اثرگذاری علم، فناوری و نوآوری بر رشد اقتصادی و تبیین آن‌ها هنوز به نصف قرن نرسیده است، درحالی که علم اقتصاد به صورت کلاسیک از زمان آدام اسمیت^۲ تاکنون بیش از ۲ قرن را سپری کرده است. هنگامی که سولو (Solow, 1956) در یک فرمول‌بندی ریاضی تلاش کرد رشد اقتصادی را با اصلاح مدل هارود - دومار^۳ توضیح دهد، نتوانست فناوری را به‌عنوان یک متغیر، درون تابع تولید و در کنار نیروی کار و سرمایه، فرموله کند و در نتیجه آن را به صورت باقی‌مانده خارج از تابع تولید در نظر گرفت. یک سال بعد، وی تلاش کرد تا اثر هر یک از عوامل بالا را در رشد اقتصادی آمریکا در نیمه اول قرن بیستم اندازه‌گیری کند. (Solow, 1957) محاسبه‌های وی نشان داد که حدود ۸۷ درصد از رشد اقتصادی آمریکا مدیون نرخ رشد بهره‌وری (یا همان تغییرات تکنیکی^۴ به بیان وی) است درحالی که سهم سرمایه به حدود ۱۳ درصد و سهم نیروی کار چیزی نزدیک صفر خواهد بود. جدای از میزان اعتبار محاسبات و صحت اطلاعات مورد استناد وی، نکته مهم این تحقیق این بود که سهم عمده، و یا عمده‌ترین بخش، از رشد اقتصادی به متغیر ناشناخته‌ای نسبت داده شده بود که گاهی وقت‌ها از آن به هدیه‌ای از بهشت^۵ و یا جعبه سیاه^۶ تعبیر می‌شد. آبراموویتز (Abramovitz, 1956) در این باره می‌گوید:

«این که ما نتوانستیم به هیچ طریق معناداری فناوری را فرموله کنیم نشان می‌دهد چقدر دانش اقتصاددانان درباره عواملی که موجب رشد اقتصادی می‌شوند، کم است.»

اما در پرتو مسائل مطرح دیگر در حوزه اقتصاد و اشتغال اقتصاددانان به حوزه‌های دیگر مانند توجه آنان به مسائل اشتغال (که مورد تأکید کینز^۷ بود) و سیکل‌های کسب‌وکار در دهه‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰ و همچنین مشکلات موجود بر سر راه اندازه‌گیری کمی فناوری (Abramovitz, et.al, 1958)، این تضاد در محافل رسمی اقتصادی چندان مورد توجه قرار نگرفت. در یک نگاه مصالحه‌آمیز همان‌گونه که مارتین و نایتینگل (۲۰۰۰)، اشاره کرده‌اند، شاید بتوان در این میان مهم‌ترین عامل را همان مشکلات اندازه‌گیری فناوری و تغییرات فنی (تکنیکی) در اقتصاد دانست که مانع بزرگی بر سر راه اقتصاددانان بود. این بی‌توجهی و ضعف‌های گسترده، در کنار تنوع فراوان دیدگاه‌ها در مورد نوآوری (چنان‌که نلسون (۱۹۶۲) آنان را تبیین کرده) راه را برای جریان جدیدی در اقتصاد باز کرد که سؤال اصلی آنان فهم متغیر فرموله‌نشده اقتصاد به نام جعبه سیاه (Rosenberg, 1982) یا نوآوری^۸ (Fagerberg, 2005) بود.

در طول نصف قرن تطور و تکامل مباحث نظری مرتبط با تغییرات تکنیکی در اقتصاد، که امروزه از آن با عنوان «نوآوری» یاد می‌شود، نقاط عطفی در بهبود فهم نخبگان از سازوکارهای درونی مرتبط با علم، فناوری و نوآوری وجود دارد که بررسی آن‌ها می‌تواند برای هر شخص طالب فهم، محقق دانشگاهی و یا سیاست‌گذار مرتبط با این حوزه نکات بسیار آموزنده‌ای دربر داشته باشد. روش ایجاد مسائل و نحوه توجه نخبگان به آن در کنار تجربه‌های عملی اقتصادی کشورها افق‌های بسیار روشنی را در مقابل پژوهش‌های آینده می‌گشاید.

بی‌تردید یکی از محصولات مهم حاصل تحقیقات در حوزه نوآوری، مفهوم یا چارچوب نظام‌های نوآوری است که

در سطوح مختلفی مانند سطح ملی (Nelson, 1993; Lundvall, 1992)، سطح منطقه‌ای (Cooke, 1992) و سطح بخش (Breschi & Malerba, 1997; Malerba, 2004) قابل بحث و بررسی است. از زمان بروز و ظهور این دیدگاه تاکنون کشورهای و نهادهای مختلفی چه در سطح دانشگاه و چه در سطح سیاست‌گذاری آن را به‌عنوان چارچوب تحلیل و تجویز خود برگزیده‌اند (Lundvall, et al, 2002) تا بتوانند در راستای ارتقای نوآوری گام‌های مؤثرتری بردارند.

هرچند در راستای تطبیق این چارچوب با شرایط کشورهای در حال توسعه نیز گام‌های مؤثری برداشته شده است (مانند (Viotti, 2002; Mathews, 2001)) و محققان تلاش کرده‌اند کاربرد این مفهوم را برای تحلیل نظام‌های کشورهای در حال توسعه مورد بررسی و دقت قرار دهند، نوشتار فوق بر این باور است که حتی بدون در نظر گرفتن این گونه موشکافی‌های مفهومی، اصول دوگانه حاکم بر رویکرد نظام‌های ملی نوآوری که در تمامی نسخه‌های مختلف مشترک هستند، کاربردهای تحلیلی و سیاست‌گذارانه قابل توجهی را برای کشورهای در حال توسعه می‌تواند داشته باشند. البته این مدعا با کارکرد و مفید بودن اتخاذ رهیافت‌های دیگر نظام‌های نوآوری مانند نظام‌های بخشی و یا منطقه‌ای منافاتی ندارد، بلکه تنها در تلاش برای تبیین این نکته است که استفاده از این مفهوم تا چه میزان می‌تواند برای شرایط فعلی کشور و در راستای توسعه فناوری مؤثر واقع شود.

۲ اصل مورد بحث، که در ادامه مفصل‌تر به آنها پرداخته خواهد شد، پذیرفتن ۲ نکته است:

اصل اول) بنگاه‌ها در حالت ایزوله و جدای از سایر سازمان‌ها، خواه انتفاعی و خواه غیرانتفاعی و خواه بنگاه‌های واقع در آن صنعت یا واقع در صنایع غیرمشابه، قادر به نوآوری نیستند و یا این که قابلیت نوآوری آن‌ها بسیار محدود است.

اصل دوم) نهادهای ملی بر رفتار نوآورانه بنگاه‌ها اثر جدی دارند. (Edquist, 1997)

در این راستا مقاله فوق بر ۲ محور عمده متمرکز شده است:

محور اول با مرور روند تاریخی و سیر تحولات مدل‌های نوآوری در حوزه دانشگاهی از مدل‌های خطی تا زمان نضج و شکل‌گیری مفهوم نظام ملی نوآوری و تحلیل شرایط ایالات متحده در زمانی که مدل‌های خطی مطرح شد نشان خواهد داد که مدل‌های خطی در اصل در دنیای خارج وجود نداشته‌اند بلکه مدلهایی در حوزه دانشگاهی هستند که نشانگر تکامل فهم بشر از مسأله نوآوری است. در نتیجه به نظر می‌رسد اتکای سیاست‌های علم و فناوری کشور مبتنی بر مدل‌های خطی، توجیه نظری کافی ندارد.

در **محور دوم** مسأله مورد بحث این است که حتی با فرض وجود مدل‌های خطی در عمل، این مدل‌ها کفایت لازم را برای سیاست‌گذاری حوزه فناوری کشور ندارند. نحوه تکوین مفهوم نظام نوآوری، که در محور اول به آن اشاره شد، نشان می‌دهد چگونه ۲ اصل اساسی حاکم بر این مفهوم شکل گرفته‌اند. در ادامه تحولات دهه ۹۰ در مورد بنگاه‌های بزرگ مؤید این نکته است که چرا یکی از این اصول اساسی، یعنی اهمیت روابط خارج از بنگاه در نوآوری، از منظر سیاست‌گذاری و در بستر کشور ایران باید مورد توجه جدی قرار گیرد؛ نکته‌ای که در مدل‌های خطی جایی ندارد. به عقیده نویسندگان، کارهای تکمیلی که در دهه ۱۹۹۰ بر روی فهم سازوکارهای نوآوری درون بنگاه‌ها صورت گرفته است و از جمله آن‌ها مفهوم شرکت‌های با فناوری چندگانه (Granstrand & Sjölander, 1990) و یا تنوع فناورانه درون بنگاه‌های بزرگ (Granstrand & Sjölander, 1990; Patel & Pavitt, 1997) بر اهمیت لزوم استفاده از مندرجات سیاست‌گذاری که در مفهوم نظام‌های ملی نوآوری مستتر است، می‌افزاید.

به‌طور کلی، این بحث‌ها اغلب به سمت بنگاه‌های بزرگ نشانه رفته‌اند، جایی که به نظر می‌رسد توانمندی‌های گسترده فناورانه نهفته باشد، هرچند مندرجات آن برای بنگاه‌های کوچک و متوسط نیز قابل استفاده خواهد بود. نوشتار فوق نشان می‌دهد که تا چه میزان توجه به اصل اول، یعنی اهمیت روابط با سایر سازمان‌هایی که حتی می‌توانند در صنعت مشابه نباشند و مندرجات آن برای سیاست‌گذاری می‌تواند در ارتقای سطح توانمندی فناوری و نوآوری بنگاه‌های کشور مؤثر واقع شود؛ هرچند شاید بیشتر در مورد بنگاه‌های بزرگ این امر صادق باشد. نکته‌ای که اغلب نهادهای متولی سیاست‌گذاری فناوری و به احتمال زیاد نوآوری، در کشور از آن غافل شده‌اند!

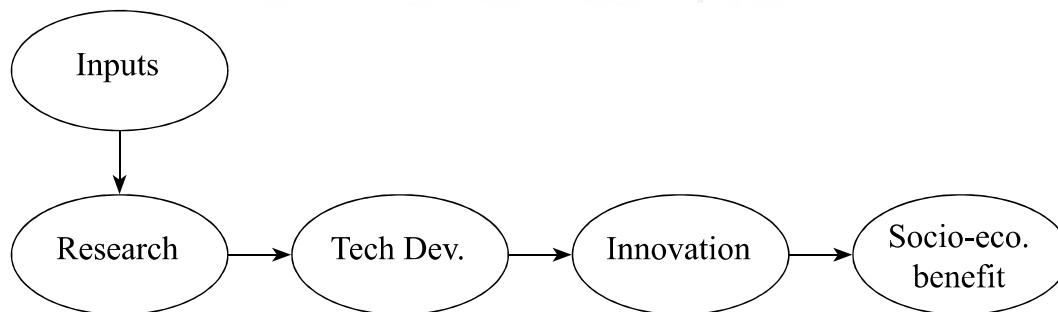
برای این منظور سیر کاملی از مدل‌های نوآوری ارائه خواهد شد تا نشان دهد چگونه فهم عمومی از مسأله نوآوری از مدل‌های خطی به سمت مدل‌های سیستمی تکامل یافته است و در زمان مرگ مدل‌های خطی نخبگان اشاره کرده‌اند که این مدل‌ها در اصل وجود خارجی نداشته‌اند. از این رهگذر ۲ رکن اصلی نظام‌های نوآوری آشکار شده و نشان داده می‌شود که چگونه این ۲ اصل در یک تحول تاریخی جای خود را به عنوان اصول اصلی یا واقعیت‌های پذیرفته‌شده نظام‌های نوآوری باز کرده‌اند و پذیرش آنها چه مندرجات سیاست‌گذارانه‌ای دربر خواهد داشت. در این سیر تاریخی، هم‌طور مدل‌های نوآوری از خطی به سیستمی مورد توجه قرار دارد و هم اصولی که در ادامه پایه‌گذار ایجاد مفهوم نظام‌های نوآوری شده‌اند.

در بخش دوم مقاله با ارجاع به تحولات دهه ۹۰ در فهم نوآوری، نتایج تحقیقات در مورد بنگاه‌های بزرگ و مدیریت فناوری در آنها مورد بحث قرار می‌گیرد که از جمله مهم‌ترین نتایج این جریان فهم این نکته است که بنگاه‌ها توانمندی‌های فناورانه فراوانی را در درون خود جای داده‌اند که تا حد قابل توجهی فراتر از صنعتی است که در آن فعالیت می‌کنند. این رهیافت به‌خوبی نشان می‌دهد که ایجاد و گسترش روابط استراتژیک میان بنگاه‌های بزرگ کشور که در صنایع مختلف مشغول فعالیت هستند می‌تواند و باید به‌عنوان یکی از ارکان سیاست‌گذاری فناوری و نوآوری در کشور قرار بگیرد؛ نکته‌ای که مدل‌های سیستمی نوآوری بر آن تأکید فراوان کرده‌اند.

بخش اول: بروز و تطور مدل‌های خطی

در این بخش به بررسی سیر تاریخی مدل‌های نوآوری پرداخته می‌شود و از این رهگذر نشان داده می‌شود که مدل خطی عرضه‌محور و موفق نوآوری در عالم خارج وجود نداشته است. گفتنی است این جریان‌های تحقیقی در یک سیر تاریخی به شکل‌گیری مفهوم نظام‌های نوآوری منجر شده‌اند و به احتمال زیاد تحلیل‌هایی که بعد از شکل‌گیری نظام نوآوری، ریشه نظری آن را اقتصاد تکاملی (Nelson & Winter, 1982) قلمداد کرده‌اند (Edquist, 1997) منافاتی با تحلیل فوق ندارند.

پس از جنگ جهانی دوم، اولین مدل پیشنهادی برای نوآوری مدل خطی «فشار علمی»^۹ بود که ادعا می‌کرد سرمایه‌گذاری در علم باعث ایجاد فناوری و به‌تبع آن رشد اقتصادی می‌شود. ریشه این مدل را می‌توان در موفقیت‌های زمان جنگ جستجو کرد، به‌ویژه پروژه مانهاتان^{۱۰} در ساخت بمب اتم حاصل از فعالیت‌های علمی (Lundvall & Borras, 2005) گزارش بوش^{۱۱} (۱۹۴۵) با نام «علم، پیشرو بی‌پایان»^{۱۲} در دفاع از مدل فشار علمی و در جامعه آمریکا بسیار مؤثر بود. وی به رویکرد دخالت نکردن دولت در سیاست علمی عقیده داشت و پیشنهاد داده بود که نقش دولت باید تنها تأمین مالی علم باشد و سازماندهی آن باید به خودش محول شود؛ چراکه این امر به رشد اقتصادی، تأمین بهداشت و امنیت ملی منجر خواهد شد. یکی از پیشنهادهای وی، تأسیس بنیاد ملی علوم آمریکا^{۱۳} بود که بعد از ۵ سال کش‌وقوس و در سال ۱۹۵۰ به منظور هماهنگ‌سازی و یکپارچه‌سازی فعالیت‌های تأمین منابع مالی علم عملی شد. شکل یک شمایی از این مدل را نشان می‌دهد.



شکل ۱. مدل خطی فشار علمی (Martin & Tang, 2007)

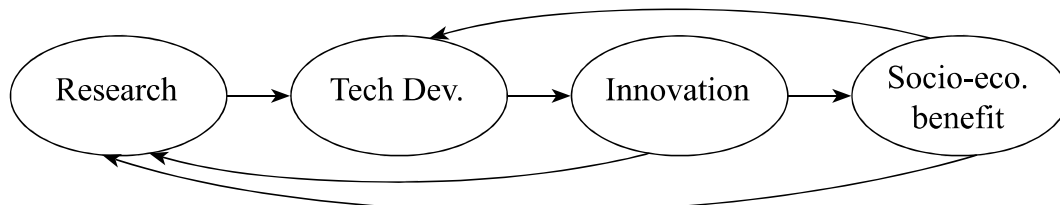
درواقع گزارش بوش در پاسخ به سؤال‌های روزولت بود زمانی که از وی در مورد راه‌های استفاده از دستاوردهای زمان جنگ در زمان بعد از جنگ نیز به منظور رشد اقتصادی، بهداشت و امنیت ملی سؤال شده بود. بوش در پاسخ به پرسش رئیس‌جمهور آن زمان ایالات متحده گزارش فوق را منتشر کرد و راه اصلی را همانا سرمایه‌گذاری در علم دانست که در نهایت به دستیابی به خواسته‌های مزبور منجر خواهد شد. وی در این گزارش با صراحت تأکید می‌کند که بهترین مکان برای توسعه علم همانا دانشگاه‌ها هستند و کار اصلی دولت در این میان تأمین مالی تحقیقات دانشگاهی است. اما از طرف دیگر، در ادبیات آشکارا به این نکته اشاره شده است که مدل خطی (مبتنی بر پیشنهادها (Bush, 1945) نها مدلی در حیطه نظر بوده است و آنچه در ایالات متحده و در عمل محقق شده است مدل ترکیبی است. (Lundvall & Borrás, 2005) در حالی که در گزارش بوش بر ایجاد بنیاد ملی علوم به‌عنوان مرکز هماهنگ‌سازی فعالیت‌ها در سطح ملی تأکید شده بود، تأخیر ۵ساله ناشی از کشمکش‌های سیاسی در به‌راه‌اندازی چنین مرکزی باعث شده که سازمان‌های بزرگ آمریکا که در حوزه‌های اتمی، سلامت، هوافضا و غیره فعالیت می‌کردند و بودجه آن‌ها بسیار فراتر از بودجه پیش‌بینی شده برای بنیاد ملی علوم بوده است؛ سیاست‌های خود را اغلب مبتنی بر علاقه طرف تقاضا تدوین کنند (Mowery, 1994) و برای همین حاصل کار چیزی به مراتب متفاوت با مدل خطی پیشنهادی بوش بوده است. نخبگان تأکید می‌کنند که در عمل ایالات متحده شاهد مدل ترکیبی بوده است که در یک طرف سیاست‌های تقاضامحور سازمان‌های بزرگ پیاده می‌شده و در طرف دیگر بنیاد ملی علوم آمریکا مبتنی بر طرف عرضه علم، سیاست‌های خود را تدوین می‌کرده است. نکته دیگری که در این مدل مورد تردید جدی است رسم یک رابطه خطی میان علم و فناوری است به‌گونه‌ای که فناوری را «علم کاربردی شده» می‌داند. این پیش‌فرض نیز با چالش جدی مواجه شده است در زمانی که بسیاری از فناوری‌ها جدای از توسعه علمی و در بستر تحقیقات کاربردی توسعه می‌یابند (مانند توسعه ترانزیستور در آزمایشگاه بل و مواردی از این قبیل). نقدهای دسولا پرایس^{۱۴} (Price, 1964) و تأکیدهای فریمن^{۱۵} (Freeman & Soete, 1997) بر صحت این نقدها در دوره اخیر این نکته را بیش از پیش آشکار می‌کند که سرمایه‌گذاری در علم لزوماً به توسعه فناوری منجر نخواهد شد.

از دید دانشگاهی و در ادامه این جریان‌ها در دهه ۶۰ در همایش مهمی که در سال ۱۹۶۰ و در دانشگاه مینوسوتا^{۱۶} برگزار شد، مقاله‌هایی عرضه شد که نوآوری را فرایندی بسیار نامطمئن، غیرقابل پیش‌بینی و تلاشی برای حل گام به گام و مرحله‌ای مسأله معرفی کرده بودند. آنها همچنین پیشنهاد داده بودند که فرض متداول عقلانیت اگر با درک واقعی‌تری از ماهیت کشف مرحله‌ای تغییرات تکنیکی جایگزین نشود، حداقل باید به‌وسیله این درک تکمیل شود. درواقع این نظریه‌ها رفته‌رفته برخلاف مدل‌های خطی فشار علم حرکت می‌کرد که نوآوری را فرایندی ساده و قابل پیش‌بینی از تحقیق پایه تا توسعه فناوری تصویر کرده بود، هرچند هنوز اجماع گسترده‌ای در میان متفکران به چشم نمی‌خورد (Nelson, 1962) و جایگزینی برای مدل‌های خطی ارائه نشده بود.

در دهه ۷۰، اقتصاددانان با یک دوگانگی میان مدل‌های «فشار علمی» و «کشش بازار» نوآوری مواجه شدند. اشموکلا^{۱۷} (۱۹۶۶) در نظریه بدیلی برای مدل‌های خطی فشار علم، مدل کشش بازار را پیشنهاد داد. وی عنوان داشت: «اگرچه شرایط عرضه و تقاضا مانند ۲ تیغه یک قیچی هستند، اما در نهایت تغییر در تقاضا پیش‌برنده اصلی نوآوری است.» تحلیل وی از آمار ثبت اختراع نشان داده بود که تغییرات در الگوی تقاضا، که به‌وسیله سرمایه‌گذاری اندازه‌گیری شده بود، از تغییرات در فعالیت ابداع، که به‌وسیله تقاضا برای ثبت اختراع اندازه‌گیری شده بود، پیشی گرفته است؛ که از نظر وی به این معناست که تغییرات تقاضا باعث ایجاد نوآوری است. یافته‌های اشموکلا دلالت‌های روشنی برای سیاست‌گذاری داشت که پیشنهاد می‌داد تأمین مالی تحقیقات پایه تا زمانی که تقاضای مناسب در بازار وجود ندارد، به سمت نوآوری رهنمون خواهد بود. این تفسیر با تصورات صنعتی نگاه‌های بزرگ و استفاده روزافزون آن‌ها از شیوه‌های بازاریابی برای دسترسی به سهم بازار، سازگار بود.

اما در مقاله‌ای که به‌وسیله مووری و روزنبرگ (۱۹۷۹) منتشر شد و شاید تأثیرگذارترین مقاله دهه ۷۰ نیز باشد، فرضیه‌های هر ۲ مدل به چالش کشیده شد. این مقاله کارهای تجربی در مورد نوآوری را جمع‌آوری کرد و

خطاهای روش شناسانه بسیاری از عقاید حامی کشش بازار را مشخص ساخت. آنها نتیجه گرفتند مطالعات مختلف تنها نشان می دهد که تقاضای یک شرط لازم است نه یک شرط کافی؛ برای همین مدل کشش بازار مدل صحیحی نیست. بسیاری از بازارها با وجود تقاضای فراوان، خالی مانده اند چراکه درک پایه علمی مورد نیاز برای رسیدن به یک راه حل تکنیکی در دسترس نیست؛ مثال های مشهود شامل درمان سرطان و انرژی بدون آلودگی است. نتایج عمده کارهای این دهه مرگ آشکار مدل های خطی است و جایگزینی آن با فهم این که نوآوری شامل ترکیب پیچیده ای از دانش جدید و تقاضای جدید است، چیزی که به آن مدل های تزویجی فناوری و بازار گفته می شود مدل تزویجی^{۱۸} کلاین و روزنبرگ (۱۹۸۶)، در این زمینه شهرت دارد. شکل ۲ نمای ساده شده ای از مدل آن ها را نشان می دهد.



شکل ۲. نمای ساده شده مدل کلاین و روزنبرگ ۱۹۸۶ (برگرفته از (Martin & Tang, 2007))

درواقع مووری و روزنبرگ (۱۹۷۹) به روشنی بیان کردند که مدل های خطی، چه مدل فشار علمی و چه مدل تقاضای بازار، در عمل وجود نداشته اند و هر آنچه در حوزه نوآوری اتفاق افتاده حاصل تزویج فناوری جدید و نیاز بازار بوده است. چه بسا سرمایه گذاری های عظیمی که در حوزه علم صورت گرفته اما هیچ گاه به فناوری و بازار تبدیل نشده و چه بسا نیازهای فراوانی در بازار وجود داشته که به دلیل نبود توانمندی فناورانه لازم بدون پاسخ مانده است.

از این روی، به نظر نمی رسد که تقسیم بندی مدل های نوآوری به عنوان مدل هایی که در عالم واقع و در برهه های تاریخی اتفاق افتاده اند، از دیدگاه دانشگاهی مورد قبول باشد. هر چند این مدل ها در برهه های خاص تاریخی مطرح شده اند اما به هیچ وجه نشانگر این مسأله نیستند که در همان زمان صادق هم بوده اند و به عبارت دیگر وجود برخی مدل ها در برخی برهه های تاریخی به منزله رخداد آن در آن زمان نیست؛ بلکه رجوعی به ادبیات غنی حوزه نوآوری نشان می دهد که این مدل ها تنها در مباحث دانشگاهی مطرح شده اند و هر جا که نوآوری موفق بوده است نه به خاطر توصیه های مدل های خطی علم محور، بلکه به خاطر این بوده که فعالیت های انجام گرفته در عالم واقع توسعه علمی را با تقاضای بازار به صورت توأمان دربر داشته است.

در ادامه محور دوم مقاله مورد بحث قرار می گیرد به این شکل که حتی با فرض وجود مدل های خطی در عالم خارج، این مدل ها کفایت لازم را برای حوزه فناوری کشور ندارند. به این منظور ابتدا توسعه مفهوم نظام نوآوری و نضج ۲ اصل عمده آن ذکر می شود و سپس با تبیین ادبیات بنگاه های بزرگ نشان داده می شود که چگونه این اصول به صورت کاربردی در کشور ما قابل پیاده سازی هستند.

بخش دوم: نظام های نوآوری

رویکردی که امروزه به نام نظام های نوآوری و یا گاهی، نظام ملی نوآوری شناخته می شود، را می توان حاصل ۲ جریان مختلف تحقیق قلمداد کرد. از طرفی اهمیت کارکرد نهادها در نوآوری که به وسیله نلسون و وینتر (۱۹۷۷) مورد تأکید قرار گرفته بود و از طرف دیگر فهم این نکته که نوآوری در بنگاه های ایزوله رخ نمی دهد، بلکه در ارتباط بنگاه با مجموعه ای از سایر کنشگران در یک سیستم شکل می گیرد (که می توان شروع آن را به راثول و سایرین (۱۹۷۴) نسبت داد). این ۲ نکته را ادکوئیست (۲۰۰۵) به صورت بارز مورد تأکید قرار می دهد:

«بنگاهها در حالت ایزوله نوآوری نمی‌کنند بلکه در همکاری و رابطه درونی با سایر سازمان‌ها به این مهم دست می‌یابند. این سازمان‌ها می‌توانند سایر بنگاه‌ها (تأمین‌کنندگان، مشتریان، رقبا و غیره) یا نهادهای غیربنگاهی مانند دانشگاه‌ها، مدارس و وزارتخانه‌های دولتی باشند. رفتار سازمان‌ها همچنین به‌وسیله نهادها شکل می‌گیرد (مانند قوانین، مقررات، نرم‌ها و روتین‌ها) که مشوق‌ها و موانع نوآوری را شکل می‌دهند. این سازمان‌ها و نهادها اجزای سیستم‌های تولید و تجاری‌سازی دانش هستند. نوآوری‌ها در این گونه نظام‌های نوآوری پدید می‌آیند.» (صفحه ۱۸۲)

برای تبیین اهمیت اصول دوگانه فوق، در ابتدا سیر تطور مدل‌های نوآوری بیان می‌شود و در ادامه زیربناهای نظام نوآوری که در اواخر دهه ۱۹۸۰ ایجاد شدند مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در حالی که مووری و روزنبرگ (۱۹۷۹) مرگ مدل‌های خطی را اعلام کردند، نلسون^{۱۹} و وینتر^{۲۰} در سال ۱۹۷۷ در مقاله‌ای با عنوان «در جستجوی نظریه مفیدی از نوآوری»^{۲۱} جریان تازه‌ای را در مدل‌سازی نوآوری به راه انداختند که پایه‌گذار رویکرد نظام‌های ملی نوآوری شد. (Nelson & Winter, 1977) همان‌گونه که در ابتدای این مقاله ذکر شد، هدف آنان «مروری بر ادبیات غالب نوآوری، کاوش کفایت آن‌ها در خط‌دهی به سیاست‌گذاری‌های مرتبط با نوآوری و رسم جهت‌هایی برای نظریه‌پردازی‌های مفید» بوده است. واقعیتی که مرکز توجه آنان بود، تفاوت گسترده نرخ رشد بهره‌وری و سایر تفاوت‌های آشکار در پیشرفت‌های فناوری در صنایع مختلف بود.

آنان عقیده داشتند تابع تولید نمی‌تواند واقعیت‌هایی را که در پشت شاخصه‌های عدم اطمینان^{۲۲} و تنوع^{۲۳} عملکرد نوآوری است، تبیین کند. در واقع پیش‌فرض رویکرد تابع تولید برای تبیین رفتار بنگاه‌ها عبارتند از: مشخص بودن گزینه‌های تصمیم‌گیری، که برخلاف شاخصه عدم اطمینان تحقیقات بنگاهی است، و یکسان بودن نحوه فعالیت بنگاه‌های مختلف، که برخلاف تنوع و گونه‌گونی فعالیت‌های نوآورانه آن‌ها در صنایع مختلف است. پیشنهاد نلسون و وینتر نوع قدرشناس^{۲۴} تری از نظریه‌ها بود که بتواند غنای مطالعات تجربی را که تا آن زمان در مورد نوآوری انجام شده بود، شامل شود. (به این معنی که نظریه‌ها باید از مطالعات تجربی صورت گرفته استفاده بیشتری کنند، چراکه تا آن زمان مطالعات تجربی فراوانی صورت گرفته بود که نظریه‌های موجود توان بهره‌گیری و توضیح آنها را نداشت.)

مقاله آنان باعث تجزیه^۲ جریان تحقیق شد که یکی از آنان به دنبال مدل‌سازی نوآوری با در نظر گرفتن عدم اطمینان و تنوع و با رویکردی تکاملی بود و دیگری به دنبال کشف عوامل نهادی بود که پشت عدم اطمینان و تنوع نوآوری قرار داشت. (Martin & Nightingale, 2000) بنابراین شایسته است مقاله نلسون و وینتر (۱۹۷۷) و تأکید آن بر اهمیت نهادها از جریان‌های اصلی پایه‌گذار نظام نوآوری قلمداد شود که این نکته مورد تأکید نخبگان این رشته نیز هست. (مانند (Edquist, 2005))

اما حرکت به سمت فهم ایزوله نبودن نوآوری در بنگاه‌ها را می‌توان به مطالعه «وان هیپل» در اواخر دهه ۷۰ در روشن ساختن اهمیت بازخورد مصرف‌کنندگان در فرایند نوآوری نسبت داد. وی نشان داد که با نگاه به بنگاه در حالت ایزوله نمی‌توان نوآوری را کامل فهم کرد. (von Hippel, 1978; von Hippel, 1988) کار وان هیپل و کار قبلی راثول و سایرین (۱۹۷۴) در اسپرو^{۲۵} در مورد مشارکت مصرف‌کنندگان به این نتیجه رسید که مناسب‌ترین واحد تحلیل برای فهم نوآوری بنگاه نیست، بلکه شبکه‌ای است که به بنگاه اجازه کسب و بهره‌برداری از دانش و فناوری جدید و مرتبط را داده است.

این ایده‌ها در تحقیق «شرر» در مورد جریان فناوری میان صنایع مختلف بر یک مبنای تجربی و علمی سوار شد که نشان داد منابع بهره‌وری نوآوری را می‌توان خارج از صنعتی که نوآوری را انجام داده است پیدا کرد. (Scherer, 1982) پیش از آن، به‌طور ضمنی فرض بر این بود که اثرات بهبود نوآوری ناشی از تغییرات تکنیکی در صنعتی که تحقیق و توسعه را انجام داده است می‌ماند، اما شرر عقیده داشت: «کالای یک تولیدکننده که در بازار به فروش می‌رسد، در بهبود روابط ورودی / خروجی یا در بهبود کیفیت خروجی صنایع خریدار نقش دارد. به‌عنوان مثال، در یک محصول جدید موتور جت، تحقیق و توسعه در صنعت موتور هواپیما انجام می‌شود اما اثر بهره‌وری اغلب در

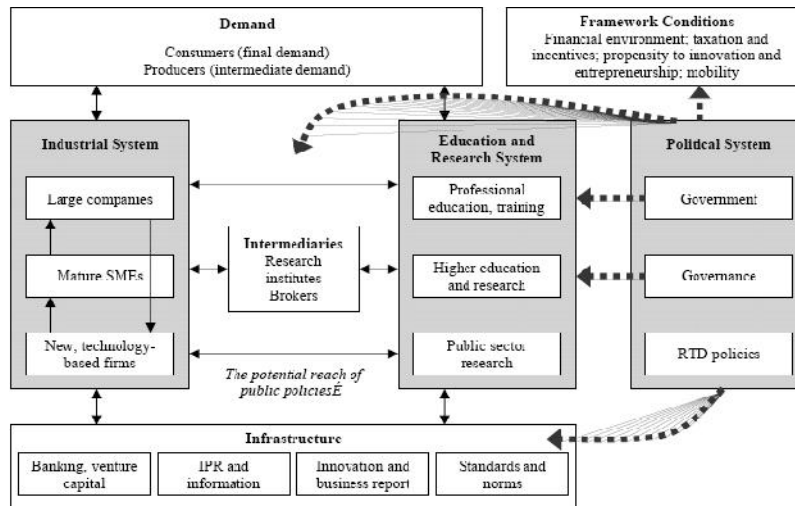
مصرف کمتر انرژی یا عملکرد سریع‌تر، تندتر و مطمئن‌تر این وسیله در صنعت کاملاً متفاوت خطوط هوایی که از آن استفاده می‌کند خود را نشان می‌دهد.» (صفحه ۲۲۷) بدین ترتیب عملکرد نوآوری در یک بنگاه یا یک کشور به جریان فناوری از سایر صنایع وابسته است.

فهم نوآوری بر حسب شبکه‌هایی از جریان فناوری که واسطه‌های نهادی در آن وجود دارند به یک موضوع مهم که اقتصاد تغییرات تکنیکی^{۲۶} را با کار بر روی جغرافیای اقتصادی پیوند می‌داد، تبدیل شد. کار بر روی مناطق صنعتی به بررسی اثر تراکم و اثر نواحی صنعتی مانند دره سیلیکون^{۲۷}، بر رشد اقتصادی منطقه‌ای و ملی پرداخت. (Storper, 1995; Storper, 1997) بهبود فهم از نقش شبکه‌ها نشان داد که بسیاری از نهادهایی که در نوآوری مشارکت دارند خاص ملت‌ها هستند. این فهم به سمت پروژه‌هایی برای بررسی این که نهادهای ملی متفاوت چگونه بر توسعه اقتصادی اثر می‌گذارند رهنمون شد و در نهایت به سمت آنچه امروزه به نام «رویکرد نظام ملی نوآوری» شناخته می‌شود. این رویکرد پیشنهاد می‌دهد که سیاست‌گذاری دولتی می‌تواند بر بسیاری از نهادهایی که در موفقیت نوآوری دخیلند اثر بگذارد و اغلب به سمت مسائل کاربردی سیاست‌گذاری جهت دارد. (Lundvall, 1992)

فریمن (۱۹۸۷) اشاره کرد که در هر صورت نهادهای ملی که نوآوری را تسهیل می‌کنند با وجود تغییرات مداوم در شرایط اقتصاد کلان و سیاست‌های دولتی، بسیار کند تغییر می‌کنند و اغلب در طول یک قرن ثابت می‌مانند. نقش نهادها در تغییرات تکنیکی، نحوه برخورد با دولت در سایر محدوده‌های اقتصاد را نیز پیچیده ساخت. در حالی که اقتصاددانان در حوزه سیاست‌گذاری و بعضی از سیاست‌گذاران دیگر، همراه‌کننده بودن ساختارهای تشویقی در بعضی از ابزارهای سیاست‌گذاری فناوری را پررنگ ساخته‌اند (مانند ابزارهایی که توجه مدیریتی را از نوآوری و رقابت به سمت جستجوی یارانه‌ها منحرف می‌کند)، تمایز شفاف میان دولت و بازار هنگامی که علم و فناوری مدنظر است نمی‌تواند فهم درستی تلقی شود. در بسیاری از بخش‌های با فناوری بالا مانند داروسازی و هوافضا، موفقیت بخش‌ها و کشورها قرین سطوح بالای قانون‌گذاری دولتی است. (Thomas, 1994) در اقتصاد علم، فناوری و نوآوری، دولت، بنگاه‌ها و بازارها رابطه درونی دارند و مسأله دیگر انتخاب میان بازار یا دولت نیست، بلکه میان چینه‌های مختلف سیستم‌هایی است که در آنها تعامل خودکار (دینامیک) میان بنگاه‌ها، بازارها و دولت‌ها وجود دارد.

نکته قابل توجه در مورد نظام‌های نوآوری این است که نمی‌توان آن را یک نظریه رسمی نامید [۲۵] بلکه نام‌هایی مانند چارچوب، مدل، مفهوم و یا رویکرد برای آن پیشنهاد شده است. دلیل آن این است که نظام نوآوری قادر به بیان گزاره‌های مشخصی در مورد روابط علی معلولی میان متغیرها نیست بلکه بیشتر می‌تواند به منظور فرموله کردن فرضیه‌هایی برای آزمون‌های تجربی به کار رود، کاری که به میزان بسیار محدودی انجام گرفته است. (Edquist, 2005)

سیر تحولات نظام‌های نوآوری به سمت گسترش انواع دیگری از نظام‌های ملی سوق پیدا کرد. کارلسون و استنکیویکز (Carlsson & Stankiewicz, 1991) مفهوم نظام‌های فناورانه را برای «شبکه‌هایی از کنشگران که در یک محدوده اقتصادی / صنعتی خاص و تحت زیرساخت‌های نهادی مشخصی فعالیت می‌کنند» (صفحه ۱۱۱) توسعه دادند. برچی و مالربا (Breschi & Malerba, 1997) با بررسی شاخصه‌های خاص دینامیک و تحولات صنعت پیشنهاد دادند که نظام‌های نوآوری را می‌توان در صنایع خاص مورد مطالعه قرار داد. کوک (Cooke, 1992) اغلب با دغدغه‌هایی درباره مداخله دولت و قانون‌گذاری در اقتصاد، به معرفی مفهوم نظام‌های منطقه‌ای نوآوری پرداخت. اما نکته قابل توجه این است که در هیچ کدام از این رویکردها و کارهای بعدی بر روی آنها ۲ نکته کلیدی نظام‌های نوآوری زیر سؤال نرفت، یعنی اهمیت نهادها در شکل‌دهی رفتار کنشگران و این که نوآوری در شبکه‌ای از روابط میان کنشگران شکل می‌گیرد، نه در یک بنگاه ایزوله. شکل ۳ نمایی از مدل نظام ملی نوآوری را نشان می‌دهد.



شکل ۳. شمایی از نظام ملی نوآوری [۴۳]

پذیرش رویکرد نظام‌های نوآوری که همچنان با چالش‌های مختلف تاریخی تجربی روبه‌روست (شرحی از مشکلات ۸ گانه این رویکرد در مقاله (Sharif, 2006) آمده است)، مندرجات خاصی برای سیاست‌گذاری و مداخله دولت خواهد داشت. از جمله مهم‌ترین آن‌ها و مبتنی بر اصل اهمیت تعامل میان بنگاه‌ها و فرایند یادگیری تعاملی که منجر به انتشار و انتقال دانش در میان کنشگران خواهد شد (Lundvall, 1992) نقش دولت در برقراری روابط گسسته‌شده و یا شکل‌نگرفته‌ای است که ایجاد آنها می‌تواند منجر به بهبود بهره‌وری کل سیستم شود. (Edquist, 2001) همچنین در این میان می‌توان به نقش حیاتی دولت در اثرگذاری بر روی نهادها اشاره کرد که از طریق وضع قوانین و مقررات و یا تلاش در جهت شکل‌دهی هنجارهایی خاص بر رفتار بنگاه‌ها و در نتیجه ارتقای نوآوری اثر بگذارد. (Lundvall, 1992) حتی نگاه‌های قوی‌تری وجود دارد که ماهیت نظام‌های نوآوری را مسأله انتشار دانش می‌پندارند. تعریف دیوید و فوری (David & Foray, 1995) از این رویکرد، نظام نوآوری را مجموعه‌ای از سازمان‌ها و رفتارهای اجتماعی و روابط میان آن‌ها می‌داند که در درون مرزهای یک کشور قرار گرفته‌اند و در تولید، انتشار و استفاده از دانش جدید و مفید اقتصادی با یکدیگر تعامل دارند. آنان معتقدند قانون اصلی توجه در نظام نوآوری باید بر روی مقوله انتشار دانش باشد: «یک سیستم مؤثر انتشار و دسترسی به دانش، پیش‌شرطی لازم برای افزایش فرصت‌های نوآوری است. توزیع دانش مقوله‌ای حیاتی است.» (صفحه ۴۰) بخش بعد به روشن ساختن این مسأله خواهد پرداخت که برقراری ارتباطات دانشی در یک کشور و در میان صنایعی که در نوع خود به نظر می‌رسد با یکدیگر مرتبط نیستند چگونه امکان‌پذیر خواهد بود. این نکته با تبیین مجموعه‌ای از تحولات نظری دهه ۹۰ که اغلب حول بنگاه‌های بزرگ و مفهوم تنوع فناورانه رخ داده است، توضیح داده خواهد شد.

بخش سوم: جایگاه بنگاه‌های بزرگ

توجه به مبانی نظری مکتوب در ادبیات سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری و مدیریت استراتژیک فناوری از یک‌سو و تجربه‌های موجود کشورهای مختلف و کشور ایران در حوزه توسعه فناوری‌های مورد نیاز از سوی دیگر، نشان می‌دهد که تعامل و هم‌افزایی بین صنایع و بنگاه‌های مختلف و حتی در ظاهر بی‌ربط به یکدیگر، از ظرفیت‌های بالای توانمندسازی در فناوری و نوآوری برخوردارند. هرچند توصیه سیاستی و مدیریتی تصریح‌شده‌ای در ادبیات مذکور به چشم نمی‌خورد ولی توجه به ادبیات و تجربه‌های تنوع‌طلبی در بنگاه‌ها و به‌ویژه بنگاه‌های بزرگ و بنگاه‌های چندتکنولوژی^{۲۸} و توسعه فناوری مبتنی بر تعامل و هم‌افزایی مابین بنگاه‌ها و صنایع مختلف، رهنمودهای ارزشمندی را در اختیار می‌گذارند که می‌توانند تغییرات بنیادینی در رویکردهای جاری در کشور

در سطوح ملی، بخشی و بنگاهی به همراه داشته و مسیرهای متفاوتی برای رشد بنگاه‌ها و توسعه فناوری آن‌ها نمایان سازند. از جمله نتایج جدانشدنی این تحقیقات این است که بنگاه‌های موجود در صنایع مختلف با توجه به فناوری‌های گسترده‌ای که در اختیار دارند قادر به برقراری ارتباط و بهره‌گیری از توانمندی‌های بنگاه‌های متنوع دیگر هستند. این ادبیات اغلب حاصل توجه ویژه در دهه ۹۰ به مقوله نوآوری درون بنگاه‌ها و ارتباط آن با بسترهای ملی و یا بخشی است. (Martin & Nightingale, 2000) به‌طور خلاصه، مطالعات گسترده‌ای که در این دهه صورت گرفت نشان داد که مفهوم پذیرفته‌شده «شایستگی‌های محوری» (Pralhad & Hamel, 1990) در بسیاری موارد می‌تواند همراه‌کننده باشد (Leonard-Barton, 1992) و بنگاه‌ها را از لزوم تغییر دینامیک این توانمندی‌ها در پاسخ به تغییرات محیطی منحرف سازد. (Teece & Pissano, 1994) در ادامه این مفهوم به‌صورت مبسوط‌تری مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

تنوع‌طلبی

مبحث تنوع سابقه‌ای طولانی در تاریخ رشد بنگاه‌ها دارد و یافته‌ها، توصیه‌ها و تجربه‌های مختلف و گاه متعارضی در این زمینه وجود دارد. با این وجود می‌توان ادعا کرد که مسیر تنوع یکی از مسیرهای راهبردی رشد بنگاه‌ها به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه بوده و مسیر مطمئنی را برای رشد اقتصادی، صنعتی و فناورانه کشورها در اختیار می‌گذارد به‌گونه‌ای که بنگاه‌های بزرگ بیشتر از محصولات و کسب‌وکارهای متنوع (اعم از تنوع مرتبط^{۲۹} و تنوع غیرمرتبط^{۳۰}) برخوردارند. (جدول ۱) (Amsden & Hikino, 1994) در بسیاری از کشورهای موفق در حال صنعتی شدن در قرن بیستم، گروه‌های تجاری^{۳۱} که در صنایعی با فناوری‌های نامرتبط فعالیت می‌کنند، به‌عنوان عوامل خرد اقتصادی در رشد صنعتی تأثیرگذار بوده‌اند. این نکته در کشورهای ژاپن، آرژانتین، برزیل، هند، مالزی، مکزیک، آفریقای جنوبی، کره جنوبی، تایوان، تایلند و ترکیه قابل مشاهده است. (همان)

جدول ۱. تنوع‌طلبی‌های مختلف گروه هیوندای کره جنوبی ۱۹۳۸-۱۹۸۷ (Amsden & Hikino, 1994)

1940	Automobile repair
1947	Construction
1955	Marine and fire insurance
1962	Securities dealing
1967	Automobile assembly (later production)
1968	Real estate
1972	Shipbuilding
1974	Automobile sales
	Engineering
1975	Steel structures and pipes
	Ship repair
	Construction materials
1976	Overseas commercial banking
	Overseas general trading
	Ocean shipping
1977	Precision machinery
1978	(Iron and steel making)
	Electrical engineering
	(Aluminum refining)
	Wooden products and furniture
1983	Electronics
1984	Elevator manufacture
1986	Housing and industrial development

با وجود این که موضوع تنوع‌طلبی در کشورهای توسعه‌یافته سیر معکوس داشته و اغلب در حال حاضر به تمرکز^{۳۲} توصیه می‌شود ولی وجود بنگاه‌های متنوع از نمودهای جدی حوزه کسب‌وکار در این کشورها است. این موضوع به خوبی در ۲ جدول بعد که مربوط به کشورهای توسعه‌یافته است نشان داده شده است.

جدول ۲. تمرکز مجدد و تنوع در دهه‌های مختلف در کشورهای توسعه‌یافته
(Cantwell, et.al, 2004)

	1949-1959	1959-1969	1981-1987
Firms refocusing	1.3	1.1	20.4
Firms diversifying	21.7	25.0	8.5

جدول ۳. موقعیت استراتژیک تنوع بنگاه‌های کشورهای توسعه‌یافته در سال‌های مختلف
(Cantwell, et.al, 2004)

Strategic category	1949	1959	1974	1981	1987
Single business	42.0	22.8	14.4	23.8	30.4
Dominant business	28.2	31.3	22.6	31.9	28.1
Related business	25.7	38.6	42.3	21.9	22.4
Unrelated business	4.1	7.3	20.7	22.4	19.0

۲ جدول مذکور به روشنی نشان می‌دهند که راهبرد تنوع یکی از راهبردهای اصلی رشد بنگاه‌ها در کشورهای توسعه‌یافته بوده و می‌توان سیاست‌گذاری و راهبردسازی مربوطه را مبتنی بر این یافته پیگیری کرد.

مسأله فناوری‌های چندگانه و لزوم ارتباط بین صنایع

همان‌طور که ذکر شد، با وجود ارائه دیدگاه‌های متفاوت و گاه متعارض در ارتباط با استراتژی تنوع (شامل تنوع مرتبط و تنوع غیرمرتبط) در مقابل راهبرد تمرکز در محصولات و کسب‌وکارهای بنگاه‌ها، مطالعات سال‌های اخیر که منتج به فهم جدیدی از ماهیت بنگاه‌ها شده است نشان می‌دهد که راهبرد و رفتار تنوع‌طلبی فناوری به خوبی قابل مشاهده بوده و تنوع فناورانه به مراتب بیشتر از تنوع محصول و کسب‌وکار است که این موضوع کارکردهای مدیریتی و سیاست‌گذاری مهمی را در پی دارد.

پویت و پتل (۱۹۹۷) با بررسی بیش از ۴۰۰ شرکت، ویژگی‌های مهمی را در ارتباط با حوزه فناوری این شرکت‌ها عنوان می‌کنند. این شرکت‌ها بیشتر چندحوزه‌ای^{۳۳} بوده و با گذشت زمان تنوع در حوزه‌های فناوری بیشتر می‌شود و شایستگی‌هایی را خارج از محدوده محصولات و فناوری‌های اصلی آن‌ها به دست می‌آورند. استراتژی فناوری بنگاه‌های بزرگ اغلب بر راهبرد «تمرکز» استوار نیست و محدوده‌ای از فناوری‌های دور و نزدیک را مورد توجه قرار داده و در دستور اکستاب فناوری قرار می‌دهند. تنها داشتن «هسته‌های متمایز»^{۳۴} کافی نیست و بنگاه‌ها لازم است در زنجیره خود از فناوری‌های مکمل و جانبی نیز برخوردار شده و قابلیت‌های لازم را در این موارد داشته باشند.

اصلی‌ترین ویژگی بنگاه‌های بزرگ، گستره وسیع^{۳۵} یا تنوع^{۳۶} در حوزه‌های فناوری‌ای است که بنگاه فعالیت می‌کند. جدول زیر نشان می‌دهد که بنگاه‌های بزرگ ۱۶ گروه اصلی در ۵ حوزه فناورانه شیمی، برق - الکترونیک، ماشین‌آلات غیربرقی، حمل‌ونقل و سایر فناوری‌ها حضور داشته و از پراکندگی و توزیع قابل توجهی برخوردارند. طبق این جدول بنگاه‌های بزرگ ضمن این که در حوزه‌های خاصی شایستگی‌های کلیدی دارند ولی در حوزه‌های دیگر فناورانه نیز از توانمندی‌های قابل توجهی برخوردارند. به‌عنوان مثال همه بنگاه‌های بزرگ (به‌جز بنگاه‌های

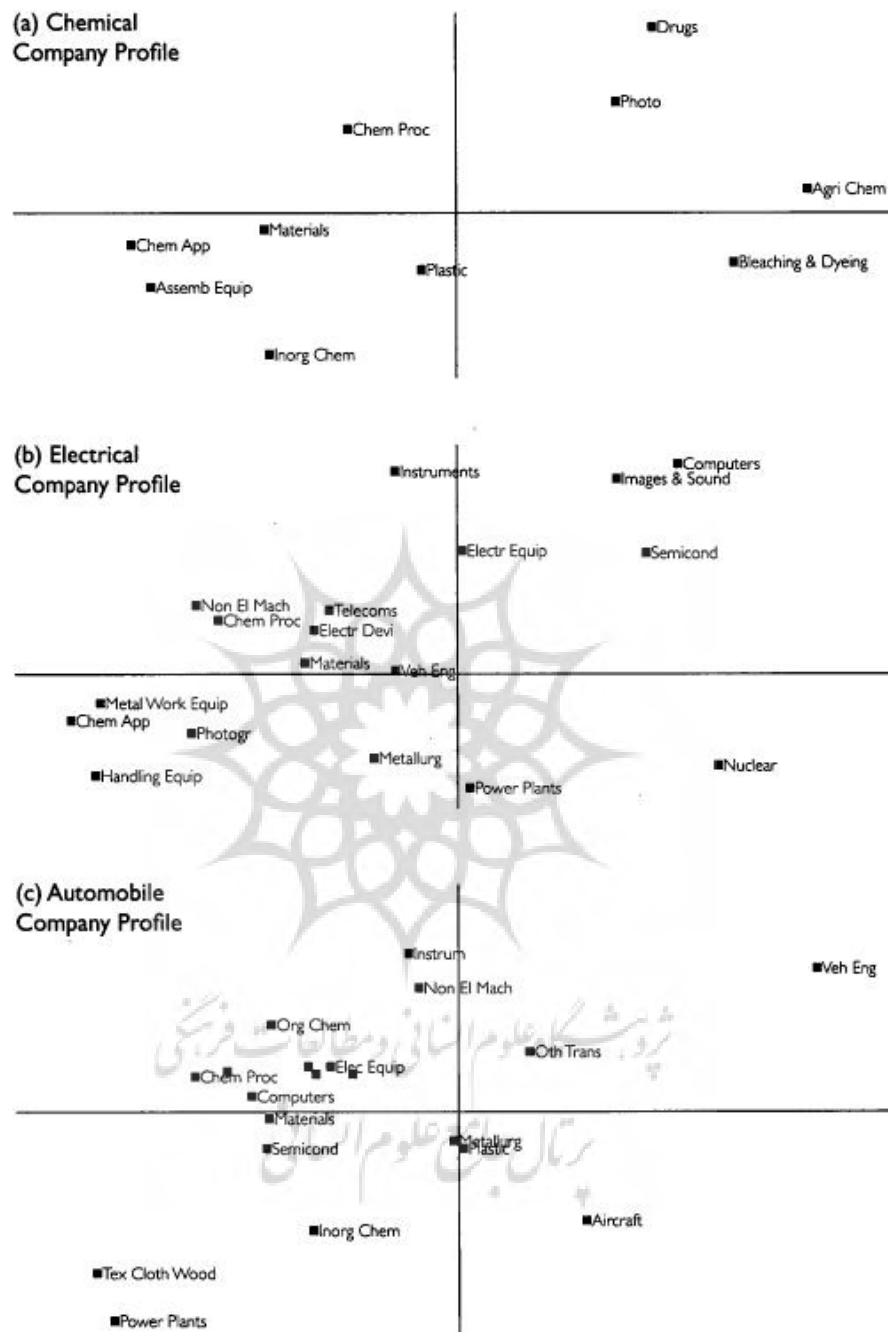
داروسازی) حداقل ۱۶ درصد از فناوری‌های خود را در حوزه ماشین‌آلات غیربرقی دارند. همچنین می‌توان گفت که به‌طور میانگین فناوری‌های الکتریکی جایگاه نخست را در بین صنایع مختلف دارند و ۳۵,۷ درصد فناوری بنگاه‌های بزرگ در این حوزه هستند. به عبارت دیگر فناوری‌های الکتریکی در همه صنایع و صرف‌نظر از ربط ظاهری و اولیه نگاه به این حوزه فناورانه به میزان قابل توجهی حضور دارند.

جدول ۴. توزیع فعالیت‌های فناورانه بنگاه‌های بزرگ دنیا در ۵ حوزه کلان فناوری برحسب گروه‌های اصلی محصول - ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۰ (Patel & Pavitt, 1997)

Principal product group (PPG)	Percentage share of the PPG's patents in technology field					Total
	Chemical	Non-electrical machinery	Electrical	Transport	Other	
Chemicals (66)	71.0	16.9	8.9	0.6	2.6	100.0
Pharmaceuticals (25)	80.2	8.0	2.1	0.0	9.7	100.0
Mining and petroleum (31)	57.1	34.2	6.7	0.9	1.1	100.0
Textiles etc. (10)	52.9	31.7	9.5	0.6	5.3	100.0
Rubber and plastics (9)	43.2	29.3	4.7	20.1	2.7	100.0
Paper and wood (18)	25.4	47.1	12.4	0.4	14.6	100.0
Food (14)	70.6	21.9	3.0	0.1	4.3	100.0
Drink and tobacco (8)	40.8	50.3	4.6	0.3	3.9	100.0
Building materials (16)	30.5	51.3	10.0	0.9	7.3	100.0
Metals (38)	26.8	54.9	13.9	2.1	2.2	100.0
Machinery (58)	7.6	64.9	13.9	10.2	3.3	100.0
Electrical (56)	7.6	21.2	67.0	1.3	2.8	100.0
Computers (17)	5.2	16.3	77.3	0.2	1.0	100.0
Instruments (21)	14.3	18.3	64.2	0.1	3.0	100.0
Motor vehicles (35)	3.8	44.8	20.7	28.8	1.9	100.0
Aircraft (18)	8.1	48.5	31.2	8.3	3.9	100.0
All 440 large firms	28.8	27.9	35.7	4.4	3.1	100.0

در تحقیق دیگری در سال ۱۹۹۰ که شاید اولین رگه‌های شکل‌گیری مفهوم تنوع فناورانه را شکل داده است، گرنسترند و همکار وی عنوان می‌کنند تنها ۴ درصد بنگاه‌های مورد مطالعه در کمتر از ۱۰ حوزه فناورانه فعال هستند، در حالی که ۵۲ درصد این بنگاه‌ها در ۱۰ تا ۲۰ حوزه و مابقی ۴۴ درصد در بیش از ۲۰ حوزه فناورانه فعالیت دارند. (Granstrand & Sjölander, 1990) این محقق در مقاله سال ۱۹۹۷ نیز مثال‌هایی را ذکر می‌کند که بیانگر تنوع گسترده فناورانه بنگاه‌های فعال (به‌ویژه بنگاه‌های بزرگ) در صنایع مختلف است. (شکل ۴) (Granstrand & Pavitt, 1997)

امروزه بیش از آن که موضوعاتی مانند سطح بالای فناوری (فناوری‌های بالا) ^{۳۷} مهم باشد مسأله چندفناوری ^{۳۸} بودن محصولات و بنگاه‌ها اهمیت یافته است. به بیان دیگر در مواجهه با محصولات بیش از آن که توجه نخست به جدید بودن و سطح فناوری معطوف شود توجه به تنوع و چندفناوری بودن محصول معطوف خواهد شد. (Torrisi & Granstrand, 2004) این موضوع ایجاب می‌کند که صنایع مختلف سبد متنوعی از فناوری‌ها را در اختیار داشته و مدیریت کنند.



شکل ۴. پروفایل فناوری چند بنگاه که نشانگر تنوع گسترده در حوزه فناوری است.
(Granstrand & Pavitt, 1997)

محل نوآوری بنگاه‌ها نیز موضوع مهمی است که می‌تواند رهنمودهای ارزشمندی را در اختیار بگذارد. همان‌گونه که در جدول زیر دیده می‌شود تنها بخش اندکی از نوآوری یک بنگاه در همان بخش و صنعت اتفاق می‌افتد (ستون دوم) و عمده نوآوری‌ها یا در بخش‌های جانبی آن صنعت (ستون سوم با کد ۲رقمی یکسان و کد ۳رقمی متفاوت)

و یا در صنایع متفاوت (ستون‌های چهارم و پنجم) بروز می‌کنند. (Pavitt, et.al, 1989)
جدول ۵. الگوی نوآوری در صنایع مختلف (Pavitt, et.al, 1989)

Principal Activity of Innovating Firm (%)

Product Group	Same 3-Digit	Different	Different	Different	Total
		3-Digit, Same 2-Digit	2-Digit, User Firm	2-Digit, Nonuser Firm	
Chemicals	33.4	36.8	4.4	25.4	100
Electrical-Electronic	28.4	40.6	8.8	22.2	100
Mechanical Engineering	51.2	17.7	11.5	19.5	100
Instruments	45.0	0.9	16.8	37.3	100
All Product Groups	45.5	17.3	9.8	27.4	100

Source: SPRU Innovation Survey (1984).

وابستگی‌ها و ارتباطات گسترده و پیچیده‌ای در حوزه‌های فنی و بین صنایع مختلف شکل می‌گیرد و می‌توان ادعا کرد رشد بسیاری از صنایع در سایه سرمایه‌گذاری، توسعه فناوری و نوآوری صنایع دیگر و متأثر از آنها است. از این رو می‌توان تعبیر اقتصاد باز^{۳۹} را به کار گرفت که در آن صنایع مختلف با نوآوری داخل خود زیرساخت‌ها و امکانات رشد صنایع دیگر را به خوبی فراهم می‌سازند. (Scherer, 1982)

از منظر دیگری نیز این موضوع قابل توجه بوده و می‌طلبید که سیاست‌گذاران زمینه‌هایی را فراهم سازند تا توانمندی‌ها و فرصت‌های فناورانه داخل بنگاه‌ها در معرض صنایع مختلف قرار گیرند زیرا بنگاه‌ها با توجه به راهبردها، سابقه و ویژگی‌های مختلفی که دارند عکس‌العمل‌های مختلفی را در مقابل فناوری‌های متفاوت نشان خواهند داد. (Rumelt, 1991) درحالی‌که بنگاه خاصی به دلیل این که بازگشت ناچیزی را از یک فناوری مشخص به دست می‌آورد و یا از ظرفیت سازمانی محدودی برای نوآوری در آن حوزه خاص برخوردار است بنگاه دیگر می‌تواند وضعیت متفاوتی داشته و در مواجهه با فناوری خاصی که از اقبال کمتری در بنگاه یا صنعت دیگر برخوردار است به گونه متفاوتی عمل کند. به عبارت دیگر، چه بسا فناوری موجود در یک بنگاه که نتوانسته است منشأ نوآوری و رشد اقتصادی و سازمانی برای همان بنگاه شود بتواند موجب تحرک و نوآوری در یک بنگاه دیگر شود. از این رو ایجاد ارتباط و همکاری بین صنایع می‌تواند ضمن برطرف کردن نیاز فناوری صنعت دیگر، ظرفیت مناسبی را برای توسعه فناورانه و توسعه اقتصادی در اختیار کشور قرار دهد.

موضوع مذکور در کشورهای مثل ایران که عمده صنایع و بنگاه‌های بزرگ وابستگی‌های مهم و مختلفی را به حاکمیت دارند از اهمیت بالاتری نسبت به کشورهای دیگر که بنگاه‌های آنها در فضای خصوصی و رقابتی کامل‌تری فعال هستند، برخوردار است. با وجود نظریه‌ها و یافته‌های تجربی فراوان که به لزوم تعامل و بده - بستان‌های فناورانه بین بنگاه‌های بزرگ تأکید می‌کنند، ممکن است رقابت موجود در کشورهای با اقتصاد باز و رقابت بالا، مانع این تعامل شده و فرصت‌های مذکور را غیرقابل دسترس سازد. این در حالی است که در کشوری مثل ایران که بنگاه‌های بزرگ تبعیت قابل توجهی از حاکمیت و سیاست‌های آن دارند در صورتی که حاکمیت سیاست‌های مناسب و تدابیر لازم را اتخاذ کند، می‌تواند ارتباط فناورانه مهمی بین خود ایجاد کرده و نیازمندی‌های فناورانه خود را از یکدیگر تأمین کنند. این موضوع در کشور ما که از یک سو بنگاه‌های بزرگ غیرنظامی و نظامی به توانمندی‌های فناورانه بالا و مهمی دست پیدا کرده‌اند و در طرف دیگر بنگاه‌هایی دارد که نیازمندی‌های فناوری بالایی دارند توجه خاص و فرصت‌سازی را می‌طلبند. در این شرایط به جای آن که بنگاه‌های داخل کشور بخواهند نیازهای فناورانه خود را با اتکا به منابع خارج از کشور که پیچیدگی‌ها و شرایط خاص خود را دارند، از صنایع دیگر

داخل کشور که از این فناوری‌ها برخوردارند، تأمین کنند. حکمرانی^{۴۰} و شرایط خاص حاکم بر بنگاه‌های کشور نه تنها نقیصی در این زمینه نخواهد بود بلکه وجه مزیتی به حساب می‌آید که به خوبی می‌تواند زمینه ارتقای جدی توسعه فناوری در کشور را رقم بزند، برای همین هم ضرورت دارد مورد توجه جدی سیاست‌گذاران حوزه فناوری و نوآوری قرار بگیرد.

امروزه نه تنها تنوع چندگانه فناوری موجود است، بلکه یک نیاز و یک ضرورت تلقی می‌شود. بنگاه‌های مختلف بر همین مبنا شکل‌دهی روابط گسترده‌ای را با سایر بنگاه‌ها آغاز کرده‌اند تا در سایه این روابط بتوانند حداقل بهره‌ای را کسب کنند. (Narula, 1999) امروزه دیگر تحقیق و توسعه تنها منبعی برای تولید دانش نیست، بلکه نقش ایجاد ظرفیت جذب در حوزه‌های مختلف را برای بهره‌گیری از فرصت‌های فناورانه بازی می‌کند. (Cohen, 1990; Cohen, 1989) شکل زیر نشان‌دهنده میزان اتحادهای استراتژیکی است که شرکت ابزارسازی تگزاس^{۴۱} به‌تنهایی (به‌عنوان یک بنگاه متوسط و نه خیلی بزرگ مانند IBM) با سایر بنگاه‌ها و در حوزه‌های مختلف فناورانه برقرار کرده است.

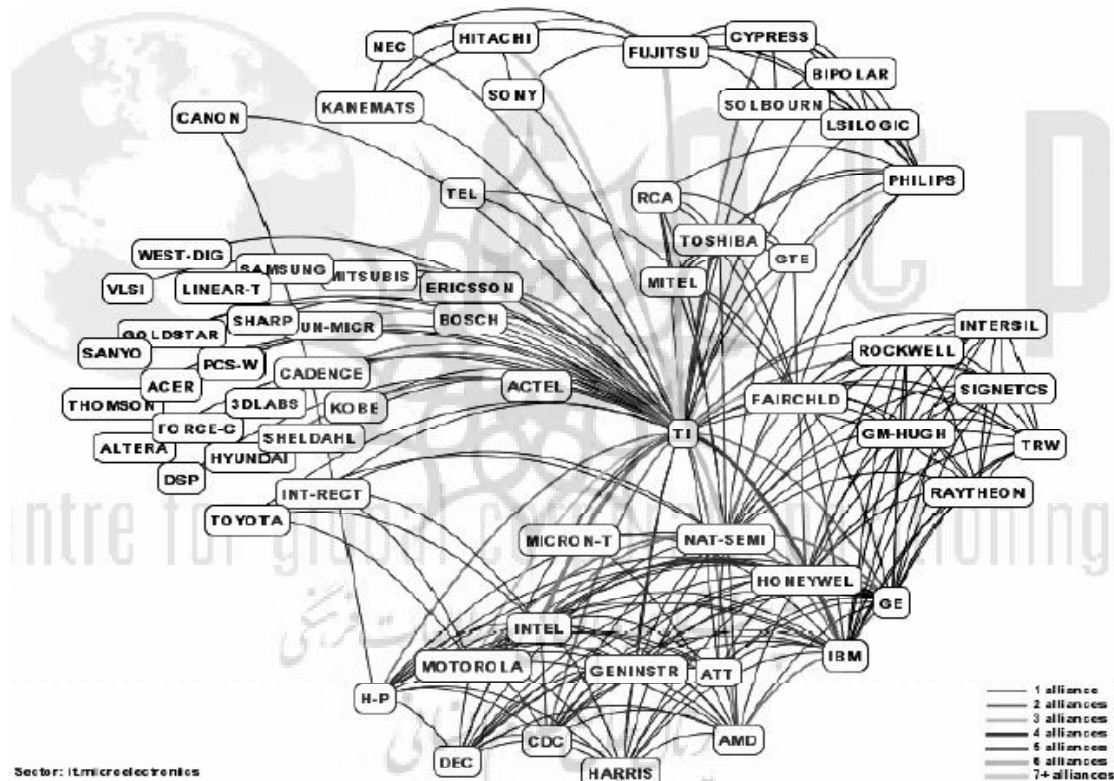


Figure 4. The alliance network of Texas-Instrument, source CGCP(adapted from Narula, 2004)

شکل ۵. شبکه روابط شرکت ابزارسازی تگزاس و نمایش تعداد هر رابطه با رنگ‌های مختلف (Narula & Duysters, 2004)

سخن آخر

به نظر می‌رسد سیاست‌گذاری علم و فناوری کشور اغلب حول مدل خطی عرضه‌محور (یا فشار علم) شکل گرفته است جایی که سرمایه‌گذاری اصلی در تولید علم و دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی صورت می‌گیرد و از آن انتظار توسعه فناوری و نوآوری می‌رود. معیار سنجش نیز اغلب مقاله‌های علمی و ثبت اختراع‌های گوناگون است. در این مقاله به‌صورت مبسوط شرح داده شد که چرا مدل خطی فشار علمی در عمل در عالم خارج وجود نداشته است

بلکه مدل‌های خطی به‌طور کلی در پهنه دانشگاهی مطرح شده و ارتباط محکمی با واقعیت نوآوری نداشته‌اند. از طرف دیگر این نکته مطرح شد که حتی با فرض وجود و کارایی چنین مدلی در عالم خارج، همچنان حوزه‌های دیگری مغفول باقی می‌ماند که توجه به آن‌ها می‌تواند اثر جدی در توسعه فناوری کشور و به‌ویژه در بنگاه‌های بزرگ داشته باشد؛ جایی که چه بسا اهمیت و درجه فناوری بسیار بیشتر از دانشگاه‌ها و پژوهشکده‌ها است. از این روی لازم است تا سیاست‌گذاران حوزه فناوری کشور بیش از پیش به اهمیت مقوله انتشار دانش و فناوری میان بنگاه‌های بزرگ صنایع مختلف توجه کرده و آن را وجهه همت خود سازند.

منابع

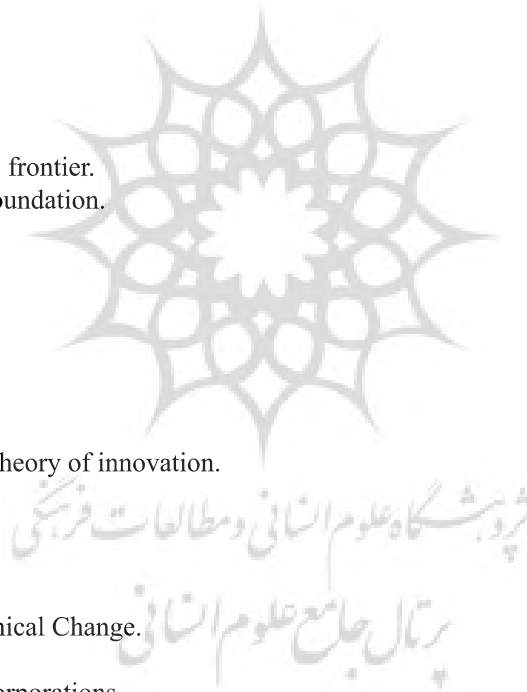
۱. صادق واعظزاده، گامی به سوی الگوی بومی تحول فناوری، فصلنامه توسعه فناوری، ۱۳۸۳، تهران.
2. Abramovitz, M. (1956). Resource and output trends in the United States since 1870. In *Resource and Output Trends in the United States Since 1870* (pp. 1-23). NBER.
3. Amsden, A. H., & Hikino, T. (1994). Project execution capability, organizational know-how and conglomerate corporate growth in late industrialization. *Industrial and Corporate Change*, 3(1), 111-147.
4. Kuhlmann, S., & Arnold, E. (2001). *RCN in the Norwegian Research and Innovation System*. Fraunhofer ISI.
5. B. Breschi, S., & Malerba, F. (1996). *Sectoral innovation systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics and spatial boundaries*. Centro Studi sui processi di internazionalizzazione.
6. Bush, V. (1945). *Science, the endless frontier: a report to the president on a program for postwar scientific research*. National Science Foundation.
7. Cantwell, J. (2004). *Economics and Management of Technological Diversification*. Routledge.
8. Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of evolutionary economics*, 1(2), 93-118.
9. Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning: the two faces of R & D. *The economic journal*, 99(397), 569-596.
10. Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, 128-152.
11. Cooke, P. (1992). Regional innovation systems: competitive regulation in the new Europe. *Geoforum*, 23(3), 365-382.
12. David, P., & Foray, D. (1995). Accessing and expanding the science and technology knowledge base. *STI review*, 16, 13-68.
13. Edquist, C. (2005). Systems of innovation. *The Oxford handbook of innovation*, 181-208.
14. Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation Approaches—Their Emergence and Characteristics* in Edquist. 1997) *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, London: Pinter/Cassell.
15. Edquist, C. (2001, June). The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art. In DRUID Conference, Aalborg (pp. 12-15).
16. Fagerberg, J., *Innovation: a guide to the literature*, in *The Oxford Handbook of Innovation*, J. Fagerberg, D.C. Mowery, and R.R. Nelson, Editors. 2005, Oxford University Press: Oxford. p. Chapter 1.
17. Freeman, C., & Christopher, F. (1987). *Technology policy and economic performance: lessons from Japan*. London: Pinter Publishers.

18. Freeman, C. and L. Soete, *The Economics of Industrial Innovation*. 3rd edition ed. Ch. 11 - Innovation and the strategy of the firm. 1997, London: Continuum.
19. Granstrand, O., & Sjölander, S. (1990). Managing innovation in multi-technology corporations. *Research Policy*, 19(1), 35-60.
20. Granstrand, O., Patel, P., & Pavitt, K. (1997). Multi-technology corporations: Why they have'distributed'rather than'distinctive core'competences. *California management review*, 39(4), 8.
21. Jewkes, J. S. D. S. R. (1958). *The Sources of Invention*.
22. Kline, S. J., & Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth*, 14, 640.
23. Leonard, Barton, D. (2007). Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development. *Strategic management journal*, 13(S1), 111-125.
24. Lundvall, B. A. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. *Technical change and economic theory*, 369.
25. Lundvall, B. Å., Johnson, B., Andersen, E. S., & Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *Research policy*, 31(2), 213-231.
26. Lundvall, B. A. (1992). User-producer relationships, national systems of innovation and internationalisation. *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*, 45-67.
27. Lundvall, B. Å., & Borrás, S. (2005). Science, technology and innovation policy. *The Oxford handbook of innovation*, 599-631.
28. Malerba, F. (Ed.). (2004). *Sectoral systems of innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*. Cambridge University Press.
29. Martin, B. R., & Nightingale, P. (Eds.). (2000). *The political economy of science, technology, and innovation* (Vol. 116). Edward Elgar Publishing.
30. Martin, B. R., & Tang, P. (2007). *The benefits from publicly funded research*. Science Policy Research Unit, University of Sussex.
31. Mathews, J. A. (2001). National systems of economic learning: The case of technology diffusion management in East Asia. *International Journal of Technology Management*, 22(5), 455-479.
32. Mowery, D., & Rosenberg, N. (1979). The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. *Research Policy*, 8(2), 102-153.
33. Mowery, D. C. (1997). US post-war technology policy and the creation of new industries. *OECD Proceedings, in Creativity, Innovation and Job Creation*, Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
34. Narula, R., *Explaining the Growth of Strategic R&D Alliances by European Firms*. *Journal of Common Market Studies*, 1999. 37(4): p. 711-723.
35. Narula, R., & Duysters, G. (2004). Globalisation and trends in international R&D alliances. *Journal of International Management*, 10(2), 199-218.
36. Nelson, R. R. (Ed.). (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford University Press, USA.
37. Nelson, R. (1962). *The rate and direction of inventive activity*. Princeton, NJ.
38. Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Belknap press.

39. Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1977). In search of useful theory of innovation. *Research policy*, 6(1), 36-76.
40. Patel, P., & Pavitt, K. (1997). The technological competencies of the world's largest firms: complex and path-dependent, but not much variety. *Research policy*, 26(2), 141-156.
41. Pavitt, K., Robson, M., & Townsend, J. (1989). Technological accumulation, diversification and organisation in UK companies, 1945-1983. *Management Science*, 35(1), 81-99.
42. Prahalad, C. K. (1990). Gary Hamel. The Core Competence of the Corporation. *Harvard Business Review*.
43. De Solla Price, D. J. (1965). Is technology historically independent of science? A study in statistical historiography. *Technology and Culture*, 553-568.
44. Rosenberg, N. (1983). *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge University Press.
45. Rumelt, R. P. (1991). How much does industry matter? *Strategic management journal*, 12(3), 167-185.
46. Schmookler, J. (1966). *Invention and economic growth* (Vol. 11). Cambridge, MA: Harvard University Press.
47. Sharif, N. (2006). Emergence and development of the National Innovation Systems concept. *Research policy*, 35(5), 745-766.
48. Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 70(1), 65-94.
49. Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.
50. Storper, M. (1995). The resurgence of regional economies, ten years later the region as a nexus of untraded interdependencies. *European urban and regional studies*, 2(3), 191-221.
51. Storper, M. (1997). *The regional world: territorial development in a global economy*. Guilford Press.
52. Teece, D., & Pisano, G. (1994). The dynamic capabilities of firms: an introduction. *Industrial and corporate change*, 3(3), 537-556.
53. Thomas, L. G. (1994). Implicit industrial policy: the triumph of Britain and the failure of France in global pharmaceuticals. *Industrial and Corporate Change*, 3(2), 451-489.
54. Torrisi, S. and O. Granstrand, *Technological and business diversification*, in *The Economics and Management of Technological Diversification*, J. Cantwell, A. Gambardella, and Ove Granstrand (eds.), Editors. 2004, Routledge: London and New York. p. Chapter 2.
55. Viotti, E. B. (2002). National learning systems: a new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea. *Technological Forecasting and Social Change*, 69(7), 653-680.
56. von Hippel, E., *The Sources of Innovation*. 1988, Oxford: Oxford University Press.
57. Scherer, F. M. (1982). Inter-industry technology flows in the United States. *Research Policy*, 11(4), 227-245.
58. Von Hippel, E. (1978). A customer-active paradigm for industrial product idea generation. *Research Policy*, 7(3), 240-266.

پی‌نوشت‌ها

1. Neo Schumpeterian.
2. AdamSmith.
3. Harrod-Domar.
4. Technical Change.
5. Manna from Heaven.
6. Black Box.
7. Keynes.
8. Innovation.
9. Science Push.
10. Manhattan.
11. Bush.
12. Science, the endless frontier.
13. National Science Foundation.
14. De Sola Price.
15. Freeman.
16. Minnesota.
17. Schmookler.
18. Coupling Model.
19. Nelson, RichardR.
20. Winter, Sidny.
21. In search of useful theory of innovation.
22. Uncertainty.
23. Diversity.
24. Appreciative.
25. SPRU.
26. Economics of Technical Change.
27. Silicon Valley.
28. Multi-technology corporations.
29. Related diversification.
30. Unrelated diversification.
31. Business groups.
32. Focus.
33. Multi-field.
34. Distinctive core.
35. Wide range.
36. Diversity.
37. Hifg-tech.
38. Multi-tech.
39. Open Economy.
40. Governance.
41. Texas Instrument.





پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی