

چکیده

هرچند شومپتر^۲ را به عنوان پدر ادبیات نوآوری می‌شناسند، اما توجه جمعی و دانشگاهی به اهمیت نوآوری و فناوری در رشد اقتصادی از دهه ۶۰ به بعد آغاز شد. شاید هنوز برای بسیاری این پرسش مطرح باشد که شومپتر در بحث‌های نوآوری چه جایگاهی دارد. در این مجال اندک سعی شده است ضمن پاسخ به این پرسش، سیر تحول مطالعات علم، فناوری و نوآوری از دهه ۶۰ به بعد مورد بررسی قرار گیرد.

مرور تحلیلی تاریخی روند تحولات نظری حوزه مطالعات اقتصاد فناوری و نوآوری^۱

ابراهیم سوزنچی کاشانی

دکترای سیاست‌گذاری علم و فناوری، دانشگاه ساسکس انگلستان

پژوهشکده سیاست‌گذاری علم، فناوری و صنعت دانشگاه صنعتی شریف

ebrahim.souzanchi@gmail.com

مقدمه

شومپیتر در نگاه خاص خود به نظام سرمایه‌داری عقیده داشت. نظام سرمایه‌داری تنها نظامی ایستا که در حالت تعادل به سر می‌برد و مسأله اصلی آن نحوه مدیریت در حالت تعادل است، نیست؛ بلکه این نظام در درون خود محرک‌هایی دارد که دائم آن را به تغییر فرامی‌خوانند. (شومپیتر ۱۹۴۲)

به زعم وی، توجه به این که محرک‌هایی درون نظام سرمایه‌داری هستند که دائم آن را به سمت تغییر فرامی‌خوانند، باعث می‌شود که یک مسأله مهم فراروی محققان باز شود و آن فهم این تغییرات است، چه عواملی و چگونه باعث تغییر می‌شوند، تغییرات چگونه اتفاق می‌افتند و این تغییرات به چه سرانجامی منجر خواهند شد. از این‌روی، مهم‌ترین کتاب وی یعنی «سرمایه‌داری، سوسیالیزم و دموکراسی» (۱۹۴۲)، به بررسی نحوه تغییرات در سیستم سرمایه‌داری و آینده این سیستم می‌پردازد.

وی در مقدمه نسخه ژاپنی یکی دیگر از کتاب‌های خود، یعنی نظریه توسعه اقتصادی، می‌گوید: «اگر خوانندگان ژاپنی قبل از گشودن این کتاب بپرسند که هدف من از تألیف آن چه بوده است، باید گفت که من به دنبال ساختن یک مدل نظری از فرایند تغییرات در طول زمان بوده‌ام و یا شاید بهتر است بگویم، می‌خواستم به این پرسش پاسخ دهم که نظام اقتصادی چگونه در درون خود نیروهای تولید می‌کند که این نیروها منجر به تغییر خود آن می‌شوند... من به‌طور شدید احساس می‌کردم... یک منبع انرژی در سیستم اقتصادی وجود دارد که هرگونه تعادلی را که احتمال دارد به‌وجود بیاید به هم می‌زند. با این فرض، ضرورت وجود یک نظریه خالص اقتصادی بیش از پیش احساس می‌شد که بتواند تغییرات اقتصادی را توضیح دهد و تنها متکی بر عوامل خارجی نباشد که احتمال دارد نظام اقتصادی را از یک وضعیت تعادل به وضعیت تعادل دیگری بکشاند. (شومپیتر ۱۹۳۷، روزنبرگ و هال ۲۰۱۰، ص ۲)

مباحث علم، فناوری و نوآوری که از اواخر دهه ۱۹۶۰ با اقبال گسترده‌ای مواجه شد، اغلب از یک چنین نگاه اقتصادی برای بیان مسائل خود بهره می‌گرفت. درواقع شومپیتر و صاحب‌نظران قبل از او نظیر آدام اسمیت و کارل مارکس، هر یک نکات مهمی را در مورد اهمیت فناوری و نوآوری به‌عنوان فرایندهای اقتصادی عنوان کردند، اما این مباحث هرگز به گفتمان مهمی در حوزه دانشگاهی تبدیل نشد، برای همین تلاش جدی برای نهادینه‌سازی این بحث‌ها در جوامع علمی شکل نگرفته بود. یکی از عواملی که باعث شد توجه جدی به فرایندهای درونی اقتصادی و نحوه تغییر در اقتصاد بار دیگر به یک سؤال مهم تبدیل شود، عدم توانایی کافی نظریه‌های مرسوم اقتصادی در توضیح پدیده نوآوری و رشد و پیشرفت‌های فناورانه بود که در بخش بعدی بدان‌ها مفصل‌تر پرداخته خواهد شد. به‌طور کلی، محققانی که بر روی فناوری و نوآوری از بعد از دهه ۱۹۶۰ کار کردند، اغلب خود را پیرو شومپیتر می‌دانستند و این نگرش را تأیید می‌کردند که نیرویی درون نظام سرمایه‌داری وجود دارد که این نظام را پیوسته به سمت تغییر فرامی‌خواند و باعث می‌شود فناوری‌های جدید مدام گسترش یابند، فناوری‌های قدیمی منسوخ شوند، روش‌های جدید کار ایجاد شوند، روش‌های قدیمی فراموش شوند و سازمان‌های جدید اقتصادی اجتماعی پدید آیند که کارها را به‌صورت متفاوتی انجام می‌دهند. در این میان پرسش اصلی این است که منشأ این نیرو کجاست، این تغییرات چگونه رخ می‌دهند و چگونه می‌توان این فرایند را بهتر درک کرد.

پیدایش نظریه‌های جدید رشد (رومر^۳ ۱۹۹۰) در دهه‌های اخیر که تأخیر آن را می‌توان تا حدی به فقر نسبی توجه و گرایش مطالعات به سازوکار توسعه فناوری در اقتصاد مرسوم نسبت داد، هرچند هنوز رگه‌های اصیل نگاه‌های مرسوم اقتصادی خود را به‌خصوص در نحوه نظریه‌پردازی و مدل‌سازی و برخی پیش‌فرض‌های دیگر حفظ کرده است (ورسپینگن^۴، ۲۰۰۵)، اما روز به روز به این نکته بیشتر واقف می‌شود که توجه به نگاهی که شومپیتر ارائه کرده می‌تواند در فهم بهتر دینامیک توسعه فناوری در نظام سرمایه‌داری تا چه میزان مفید باشد. به‌عنوان نمونه، دو تن از اشخاص مطرح در زمینه نظریه‌های جدید رشد عقیده دارند که توجه به مباحث شومپیتر می‌تواند نقطه آغاز نظریه‌پردازی در نظریه‌های جدید رشد باشد (آقیون و هویت^۵ ۱۹۹۸) که در آن رشد بلندمدت اقتصادی از نوآوری ناشی می‌شود که به معنای تولید کالاها، فرایندها و بازارهای جدید است و خود این نوآوری چه بسا حاصل فعالیت‌های تحقیق و توسعه هوشمندانه‌ای است که در ساختار رقابت در بازار ایجاد می‌شوند. (آقیون و هویت، ۲۰۰۴)

اگرچه بحث علم، فناوری و نوآوری تنها از جنبه اقتصادی مورد توجه قرار نگرفته است و در دهه‌های اخیر بحث‌های بسیار زیادی از منظر جامعه‌شناسی علم و فناوری (نظیر بیجکر^۶ و سایرین ۱۹۸۷) و معرفت‌شناسی علم و فناوری (نظیر پیت^۷ ۱۹۹۹) مطرح شده است، اما کانون توجه این نوشتار بیشتر فهم مباحث اقتصادی و تا حد زیادی مدیریتی فناوری و نوآوری در یک پارادایم نئوشومپیتری خواهد بود. در ادامه، تحولات نظری این حوزه از دهه ۶۰ به بعد مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

دهه ۶۰، برونزا بودن رشد و تغییرات تکنیکی

در نخستین فاز بعد از جنگ جهانی دوم، بین سال‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰، برخی از اقتصاددانان عمده توجه خود را به مواردی چون رشد اقتصادی و اهمیت فناوری در این میان معطوف کرده بودند چراکه جامعه علمی به اهمیت نقش تاریخی فناوری در بهبود بهره‌وری پی برده بود.

در راستای مدل کردن رشد اقتصادی، سولو^۸ سعی کرد رشد اقتصادی را در قالب تابع تولید توضیح دهد و در آن به بررسی نقش میزان انباشت سرمایه و نیروی کار در رشد اقتصادی پرداخت. وی در مدل رشد تابع تولید خود، تغییرات فناورانه را به‌عنوان یک متغیر خارج از تابع تولید و به‌صورت یک ضریب قرار داد. چنین نگاهی منشعب از نگاه‌های مرسوم اقتصادی بود که در آن تغییرات فناوری به عواملی خارج از سازوکار درونی اقتصادی نسبت داده می‌شد و مهم‌ترین مسأله خود را انباشت سرمایه و نیروی کار می‌دانست. اما کارهای تجربی وی نشان داد که سهم گسترده‌ای از رشد اقتصاد آمریکا (حدود ۸۷٫۵ درصد) در نیمه اول قرن بیستم به تغییرات فناوری، و نه سایر عوامل درون فرمول، یعنی انباشت سرمایه (با سهمی حدود ۱۲٫۵ درصد) و ازدیاد نیروی کار (با سهمی نزدیک صفر درصد)، وابسته است. (سولو ۱۹۵۶، ۱۹۵۷)

آبرامویتز^۹ (۱۹۵۶) عنوان کرد از آنجایی که ما (یعنی اقتصاددانان) به هیچ طریق معناداری نتوانستیم فناوری را فرموله کرده و در سازوکارهای درونی اقتصاد تحلیل کنیم، بخش اعظم باقی‌مانده (یعنی همان فناوری به‌عنوان ضریب تابع تولید) نشان می‌دهد که چقدر اقتصاددانان در مورد نیروهایی که زیربنای رشد اقتصادی هستند کم می‌دانند. یافته اصلی این کارهای ابتدایی این بود که مدل‌های تابع تولید در توضیح رشد اقتصادی آن‌گونه که اقتصاددانان امید داشتند، کارآمد نیستند. این فرض که فناوری می‌تواند خارج از معادله رشد باشد تنها به‌طور مقطعی و در شرایط فقدان اطلاعات کافی برای اندازه‌گیری فناوری و تغییرات آن می‌توانست مفید باشد نه این‌که واقعیت را منعکس کند.

از این‌رو، اقتصاددانان علم، فناوری و نوآوری، اغلب تحت تأثیر نگاه شومپیتر که فناوری را یک نیروی درونی در تحولات سیستم‌های اقتصادی می‌دانست، شروع به کار روی فهم بهتر تأثیر و کارکردهای فناوری کردند. در نتیجه بیشتر کارهایی که روی فهم ساختار تغییرات فناورانه انجام شد را نئوشومپیتری نامیده‌اند که به اقتصاددانانی اشاره دارد که بر اهمیت کارهای نظری، تاریخی، مطالعات موردی و کارهای آماری در کنار یکدیگر تأکید داشتند، نه صرف افرادی که عقاید شومپیتر را غیرنقدانه پذیرفته باشند.

کارهای اولیه بر اقتصاد تحقیقات پایه، نظیر نلسون^{۱۱} (۱۹۵۹) و آروو^{۱۲} (۱۹۶۲)، از جمله اولین کارهایی بودند که به بررسی تحقیق و توسعه به عنوان ساختاری برای توسعه فناوری در اقتصاد پرداختند. آن‌ها در تحلیل‌های خود تلاش داشتند با فرض این که رفتار بنگاه‌ها در جهت به حداکثر رساندن سود آن‌هاست، سرمایه‌گذاری بنگاه‌ها را بر روی تحقیق و توسعه تحلیل کنند. نلسون و آروو عقیده داشتند که بازگشت منافع تحقیق و توسعه پایه به بخش خصوصی کمتر از میزان منفعتی است که جامعه می‌تواند از آن ببرد، چراکه وقتی بنگاهی تحقیق پایه انجام داد، نتایج آن می‌تواند بدون هزینه وارد بخش‌های دیگر جامعه شود و از این‌روی بنگاه حداکثر منفعت را از سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه کسب نخواهد کرد. به عبارت دیگر، مسأله اینجاست که بنگاه‌ها نمی‌توانند نتایج حاصل از تحقیقات پایه را برای خود نگه دارند و این نتایج به‌سادگی (با چاپ مقاله یا ساخت محصول) از بنگاه‌ها نشت می‌کند، بنابراین آن‌ها تمایلی به این امر نداشته و در نتیجه در تحقیقات پایه احتمال شکست بازار وجود دارد. آروو عقیده داشت که هزینه پایین انتقال دانش تولیدشده در فرایند تحقیقات بنگاهی به این معنی است که دانش از بنگاه به بیرون نشت می‌کند و بنگاه‌ها به دلیل این که نمی‌توانند منافع کامل تحقیق و توسعه را از آن خود کنند، تمایل کمتری به سرمایه‌گذاری در تولید دانش از طریق تحقیقات دارند.

همایش دانشگاه مینوستا

تلاش‌های نهادهایی که تحقیقات علمی و فناوریانه را تأمین مالی می‌کردند، مانند بنیاد ملی علوم^{۱۳}، دپارتمان دفاع آمریکا و سایر نهادهای دولتی، برای باز کردن گره میان این دیدگاه‌های متناقض باعث شد تا مجموعه‌ای از مطالعات برای بررسی اقتصاد تغییرات تکنیکی راه‌اندازی شود. بسیاری از این مطالعات اولیه در مؤسسه RAND انجام شد. برخی از این مطالعات (نظیر پک و شرر ۱۹۶۲) بر فهم ماهیت غیرقابل پیش‌بینی و بسیار نامطمئن فرایند تغییرات تکنیکی و برخی دیگر (مانند رابنستین ۱۹۶۲) نیز بر اهمیت زیرساخت‌های سازمانی تأکید داشتند.

در همان زمان در همایش مهمی که در سال ۱۹۶۰، در دانشگاه مینوستا برگزار شد، مقاله‌هایی ارائه شد که در آن‌ها نوآوری یک فرایند بسیار نامطمئن، غیرقابل پیش‌بینی و نوعی فعالیت حل مسأله به صورت مرحله‌ای معرفی شد. برخی از افراد همچنین پیشنهاد دادند که فرض متداول عقلانیت در حوزه نوآوری، که تصمیم بنگاه‌ها را تنها یک تصمیم‌گیری عقلانی در مورد گزینه‌های مختلف می‌دید، باید با نگاه واقعی‌تری از ماهیت کشف مرحله به مرحله در فرایند توسعه فناوری تکمیل شود. به عبارت دیگر، تصمیم بنگاه‌ها در توسعه فناوری، تصمیمی از جنس انتخاب از میان گزینه‌های موجود نیست، بلکه تصمیمی است که در آن عدم اطمینان بسیار بالایی نسبت به نتایج کار وجود دارد، برای همین بنگاه‌ها نمی‌توانند به صورت عقلانی به محاسبه منافع و هزینه‌های تحقیق و توسعه و توسعه فناوری بپردازند.

نلسون (۱۹۶۲) مقاله‌های ارائه‌شده در این همایش را چنین جمع‌بندی می‌کند: «بسیاری معتقدند ابداع نوعی روش حل مسأله است که شاخصه اصلی آن درجه قابل ملاحظه‌ای از عدم پیش‌بینی است. در این ظرف و زمینه، تقاضا یا نیاز اجتماعی به عنوان یک عامل مهم تعیین می‌کند که مردم در تلاش برای حل چه مسائلی هستند و کیفیت و وضعیت دانش بر چگونگی و میزان موفقیت حل مسأله اثر می‌گذارد. نویسندگان دیگری که بر ساختارهای اقتصادی و اجتماعی در انتخاب و حل مسأله تمرکز کرده‌اند عقیده دارند که روند عمومی این فعالیت‌ها قابل پیش‌بینی است. بیشتر نویسندگانی که به جزئیات ابداع پرداخته‌اند بر ماهیت کشف مرحله‌ای این فرایند اتفاق نظر دارند و تعداد معدودی نیز عقیده دارند که یک نظریه تجویزی، یا یک نظریه توصیفی مبتنی بر فرض عقلانیت، می‌تواند این پدیده را به صورت آشکار تبیین کند.»

بند (پاراگراف) فوق، بسیاری از نکات بنیادین را در مورد اقتصاد علم، فناوری و نوآوری که اقتصاددانان را در دهه ۷۰ به خود مشغول ساخته بود، به طور خلاصه بیان می‌کند به گونه‌ای که طرفداران فرض متداول عقلانیت که در رویکرد تابع تولید وجود دارد جایگاه خود را کم‌کم از دست داده و محققان اغلب به عدم اطمینان و غیرقابل پیش‌بینی بودن فرایندهای تحقیق و توسعه فناوریانه تأکید ورزیده و برای همین به دنبال رویکردهای جایگزین در فهم توسعه فناوری بودند.

مفهوم سیاست علمی در این دوره

در کنار این مسائل، اغلب سیاست‌های علمی در دوره اولیه بعد از جنگ دوم جهانی مبتنی بر مدل فشار علمی نوآوری قرار داشت، به این معنی که در این مدل فرض می‌شد سرمایه‌گذاری در علم و تحقیقات پایه (اغلب در دانشگاه‌ها) باعث ایجاد فناوری در بنگاه‌ها و به تبع آن ورود محصولات جدید به بازار و در نهایت رشد اقتصادی در کل اقتصاد می‌شود.

ریشه این مدل را می‌توان در موفقیت‌های زمان جنگ جست‌وجو کرد، به‌خصوص موفقیت پروژه مانهاتان در تولید بمب اتم و محقق شدن رشد اقتصادی در دوره بعد از جنگ که وضعیت اقتصاد به حالت طبیعی برگشته و تقاضای بازار به کالاهای مختلف افزایش یافته بود. در دفاع از مدل فشار علمی درون جامعه سیاست‌گذاری علمی آمریکا، گزارش وانوار بوش^{۱۳} رئیس دفتر تحقیق و توسعه علمی آن زمان (۱۹۴۵) ایالات متحده، با نام «علم، پیشرو بدون انتها» بسیار مؤثر بود. وی به رویکرد عدم دخالت دولت در سیاست علمی عقیده داشت و پیشنهاد داده بود که اگر دولت تأمین مالی علم را برعهده داشته باشد و سازماندهی آن به‌خودش محول شود، نظام علمی و تولید علم به بهترین نتیجه ممکن دست خواهد یافت و در پی آن با توجه به مدل فشار علمی، توسعه فناوری، رشد اقتصادی و رفاه بیشتر را به‌همراه خواهد داشت. درواقع این همان مدلی است که ادعا می‌کند فناوری یعنی علم کاربردی‌شده؛ درحالی‌که معایب چنین نگرشی به‌سرعت آشکار شد.

برنال^{۱۴}، دانشمند اروپایی با گرایش‌های مارکسیستی، نیز از دیگر طرفداران این دیدگاه بود. وی عقیده داشت که علم ظرفیت بالقوه‌ای برای تبدیل شدن به موتور پیشرفت دارد. (۱۹۳۹)

این نگاه وی برخلاف نظر دانشمندان اروپایی آن زمان بود که مبتنی بر تجربه‌های جنگ جهانی اول در مورد رابطه میان علم و پیشرفت تردید داشتند؛ این در حالی است که بوش در آمریکا مروج این دیدگاه بود. برنال همچنین بر اساس گرایش‌های خود و در تقابل با نگاه بوش عقیده داشت که علم باید به‌صورت مرکزی و به‌وسیله دولت برنامه‌ریزی و کنترل شود.

این دیدگاه با مخالفت مایکل پولانی^{۱۵} در انگلستان روبه‌رو شد. وی مانند بوش علم را یک جمهوری مستقل می‌دانست و عقیده داشت دفاتر دولتی که بر فرض قرار است علم را به‌طور تمرکز مدیریت کنند قادر به درک جزئیات فنی و پیچیده لازم برای مدیریت علم نیستند، برای همین نباید در آن دخالت کنند. (پولانی، ۱۹۶۲)

در این برهه از زمان نگاه‌های مختلفی به مدیریت و سیاست علم در دو سوی اقیانوس اطلس وجود داشت، اما وجه مشترک و غالب آن‌ها این بود که سرمایه‌گذاری در علم را یگانه راه توسعه و پیشرفت اقتصادی می‌دانستند و درواقع توسعه علمی را بنیان هرگونه توسعه فناورانه و اقتصادی محسوب می‌کردند، حال چه این علم به‌طور مرکزی مدیریت شود چه این که دولت تأمین مالی کند ولی مدیریت آن برعهده خود آن گذارده شود.

برخی شاید گمان کنند که این مدل در یک دوره زمانی خاص در آمریکا پیاده شده و بنابراین در آن دوره زمانی موجه بوده، هرچند شاید با گذر زمان و تغییر وضعیت اقتصادها این مدل وجهت و اعتبار خود را از دست داده باشد. در پاسخ، دیوید مووری^{۱۶} (۱۹۹۴)، با مطالعه‌ای که در مورد اقتصاد آمریکا بعد از جنگ جهانی دوم انجام داد، نشان داد که این مدل در عمل پیاده نشد، بلکه چیزی که در عمل اتفاق افتاد نوعی مدل ترکیبی بود که فشار علم و تقاضای بازار با یکدیگر کوپل شده و به توسعه اقتصاد آمریکا منجر شدند. بررسی این که چه تحولاتی در آمریکا اتفاق افتاد و چرا در عمل مدل خطی پیاده نشد، موضوع بحث این نوشته نیست، اما باید توجه کرد که مدل خطی در عمل پیاده نشده و نمی‌توان رشد و توسعه فناوری در آمریکا بعد از جنگ دوم را به مدل خطی فشار علم نسبت داد.

دهه ۷۰، نوآوری و رابطه میان علم و فناوری

در دهه ۶۰، اقتصاددانان به تدریج فهمیدند که تغییرات فناورانه یا نوآوری از عوامل اصلی رشد اقتصادی است و در دهه ۷۰ آن‌ها تلاش کردند که بفهمند نوآوری چگونه اتفاق می‌افتد. در این دهه اندازه‌گیری و فهم نوآوری با ایجاد منابع جدید آماری از طریق تحقیقات تجربی آسان‌تر شده بود و مشکل کمبود اطلاعات برای اندازه‌گیری تحقیق و توسعه و آمار مرتبط با فناوری تا حدودی مرتفع شده بود.

در این زمان، اقتصاددانان با یک دوگانگی میان مدل‌های فشار علمی و کشش بازار در مورد نوآوری مواجه بودند. طرفداران نظریه کشش بازار تحت تأثیر نظر اشموکلر^{۱۷} (۱۹۶۶) بودند که عقیده داشت اگرچه شرایط عرضه و تقاضا مکمل یکدیگر هستند، اما تغییر در تقاضا عامل اصلی نوآوری است نه فشار علمی ناشی از سرمایه‌گذاری در تحقیقات پایه در دانشگاه‌ها. این مدل نیز به نوعی مدل خطی بود، اما روابط علی معلولی را از سمت تقاضای بازار به سمت نوآوری ترسیم می‌کرد، نه از سمت سرمایه‌گذاری بر روی تحقیقات پایه.

وی در تحلیلی که از آمار ثبت اختراع انجام داده بود به این جمع‌بندی رسید که نوآوری در جاهایی اتفاق افتاده که تغییرات در تقاضا وجود داشته، و نه تنها جاهایی که سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه صورت گرفته، و از این‌روی تغییر تقاضا عامل اصلی ایجاد نوآوری است نه سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه. از طرف دیگر نگاه‌های طرفدار فشار علمی بر اهمیت سرمایه‌گذاری روی علوم پایه تأکید داشت. یافته‌های اشموکلر مندرجات روشنی برای سیاستگذاری داشت چراکه پیشنهاد می‌داد تأمین مالی تحقیقات پایه تا زمانی که تقاضای مناسب در بازار وجود ندارد، به نوآوری نخواهد انجامید. این تفسیر با تصورات صنعتی نگاه‌های بزرگ که به‌طور فزاینده‌ای از شیوه‌های بازاریابی برای دسترسی به سهم بازار استفاده می‌کردند نیز سازگار بود. برخی مطالعات جانبی (مانند میرز و مارکوئیز ۱۹۶۹) نیز کارهای اشموکلر را تأیید کردند.

روزنبرگ^{۱۸} (۱۹۷۴) در مواجهه با این رویکرد به بررسی نظری رابطه میان علم، فناوری و رشد اقتصادی پرداخت و تلاش کرد آرا و نظریه‌های هر ۲ گروه را نقد کند. وی معتقد بود علم به‌طور مستقیم به تولید فناوری منجر نمی‌شود بلکه پیشرفت‌های علمی به تدریج باعث کاهش هزینه حل مسائل پیچیده فناوریانه می‌شود. از طرفی، تأمین مالی علم به وسیله بودجه عمومی باعث کاهش هزینه‌های تولید فناوری‌های جدید می‌شود و بدین ترتیب استانداردهای زندگی افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، وی در مواجهه با رویکرد اشموکلر تلاش کرد نشان دهد که توسعه علمی نیز در نوآوری مؤثر است و باید اثربخشی عرضه را در کنار تقاضا مورد ملاحظه قرار داد، اما تلاش‌های وی نتوانست چالش میان مدل‌های عرضه و تقاضا را فیصله بخشد.

در ادامه این فعالیت‌ها، شاید بتوان گفت مقاله روزنبرگ و مووری (۱۹۷۹)، تأثیرگذارترین مقاله دهه ۷۰ بود. این مقاله ضمن گرد آوردن و معرفی تمامی فعالیت‌های تجربی که با موضوع نوآوری صورت گرفته بود، خطاهای روش‌شناسانه را در بسیاری از عقاید حامی کشش بازار مشخص ساخت. آن‌ها نشان دادند که از منظر روش‌شناختی، نتیجه مطالعات طرفدار کشش بازار باید این باشد که تقاضا یک شرط لازم، و نه کافی، برای نوآوری موفق است. بسیاری از بازارها با وجود تقاضای فراوان خالی مانده‌اند چراکه دانش پایه مورد نیاز برای ارائه راه‌حل‌های فنی در دسترس نیست؛ مواردی چون درمان سرطان و انرژی‌های بدون آلودگی.

نتایج عمده کارهای این دهه، مرگ آشکار مدل‌های خطی (چه مدل خطی فشار علم و چه مدل خطی کشش بازار) و جایگزینی آن با فهم این نکته بود که نوآوری شامل ترکیب پیچیده‌ای از دانش و تقاضای جدید است به گونه‌ای که ترکیب دقیق این دو به عوامل متعددی نظیر فناوری، بنگاه و زمان وابسته است. درک اهمیت واسطه‌های نهادی خاص کشورها و بنگاه‌ها که واسط میان علم و بازار هستند باعث افزایش علاقه به این مسأله شد که چگونه می‌توان کشورها و تجربه‌های توسعه‌ای آن‌ها را از یکدیگر متمایز ساخت، نکته‌ای که به تدریج در مورد فهم تفاوت میان بنگاه‌ها نیز توسعه یافت.

میخ آخر بر تابوت مدل‌های خطی فشار علم را عدم توانایی در توضیح تجربه ژاپن و انگلستان کوبید. این مسأله که این کشور چگونه توانست با تمرکز بر فناوری و با وجود کمبود دانش علمی پایه در سطح جهانی به موفقیت برسد، مدل‌های خطی که علوم پایه را مبنای نوآوری می‌دانستند زیر سؤال برده بود. از طرف دیگر، شکست‌های پیاپی بنگاه‌های انگلیسی نشان داد که برخورداری از علم در سطح جهانی لزوماً به تولید فناوری پیشرفته منجر نمی‌شود. این عدم تطبیق میان علم و فناوری به این معنا بود که مسیر تولید دانش و نوآوری به صورت یک‌طرفه از سمت علم به طرف فناوری نیست و واسطه‌های نهادی مختلفی نوآوری را تحت تأثیر قرار می‌دهند، در نتیجه، سیاست فناوری کم‌کم به عنوان بحثی مجزا از سیاست علمی ظاهر شد و این ایده که پدیده توسعه فناوری مستقل از توسعه علمی می‌تواند محقق شود به تدریج جایگاه خود را باز کرد و مطالعات چندی در راستای فهم رابطه میان علم و فناوری

صورت گرفت. این تحولات درواقع تأییدی بر کار پیشین دسولا پرایس^{۱۹} (۱۹۶۶) و هربرت سیمون^{۲۰} (۱۹۶۹) بود. پرایس علم و فناوری را تا حد زیادی مستقل از یکدیگر می‌دانست که گروه‌های حرفه‌ای مختلفی در تولید آن نقش دارند. وی معتقد بود علم برای برآوردن استانداردهای کشفیات جدید تولید می‌شود نه برای کاربرد، درحالی‌که فناوری برای کاربرد عملی ایجاد می‌شود، نه انتشار. رابطه میان این دو مانند دو نمایشگر بر روی یک صفحه نمایش است که هر یک به‌طور مستقل از هم حرکات موزون انجام می‌دهند، اما عملکرد آن‌ها به‌طور کلی نمایش زیبایی را برای بیننده خلق می‌کند. (دسولا پرایس ۱۹۶۶)

سیمون نیز عقاید مشابهی داشت. وی عقیده داشت درحالی‌که دانشمندان در علم به دنبال این هستند که چیزهای مختلف چگونه هستند، مهندسان به دنبال این مسأله هستند که آن‌ها چگونه باید باشند.

دهه ۸۰: نهادها و تنوع نوآوری

شاخصه دهه ۸۰، شدت گرفتن توجه به اهمیت تغییرات تکنیکی در اقتصاد و نگرانی گسترده از فهم نظری ضعیف نسبت به این مسأله بود. در کلیت اقتصاد، اهمیت تغییرات تکنیکی در مسائل زیر مشاهده می‌شد: افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی، رشد ژاپن به‌عنوان یک قدرت قوی اقتصادی، رشد اقتصادهای شرق و جنوب‌شرقی آسیا، کسره‌های تجاری در حوزه‌های مبتنی بر فناوری، رشد شرکت‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات، رشد تجارت بین‌المللی کالاهایی که تحقیق و توسعه در آن‌ها نقش زیادی داشته است، نفوذ رایانه‌های شخصی، رشد اهمیت نرم‌افزار و افزایش صنایع خدماتی در حوزه فناوری‌های برتر مبتنی بر تفکرات اقتصاد مرسوم و به‌طور خاص، تنوع و تفاوت تغییرات تکنیکی در میان بخش‌ها، بنگاه‌ها و کشورها.

روند فزاینده اهمیت این مسائل و نحوه تحلیل آن‌ها در اقتصاد مرسوم همزمان شد با نگرانی در مورد این‌که چگونه چارچوب‌های نظری فعلی می‌تواند ویژگی‌های تغییرات تکنیکی را که در دهه ۷۰ روشن شده بود توضیح دهد. به‌طور خاص، تنوع تغییرات تکنیکی در میان بخش‌ها، بنگاه‌ها و کشورها با فرض این‌که همه بنگاه‌ها، بخش‌ها و کشورها یکسان هستند، همخوانی نداشت. بین‌های فراوان در مورد عدم اطمینان بازار و فناوری نیز با فرض کامل بودن اطلاعات و بدون هزینه بودن جابجایی و انتشار اطلاعات نمی‌خواند.

نلسون و وینتر^{۲۱} (۱۹۷۷) با مروری بر کارهای تجربی پیشین عنوان کردند که رویکرد تابع تولید، توانایی توضیح شاخصه‌های اصلی تغییرات تکنیکی، یعنی عدم اطمینان و تنوع را ندارد. برای همین، پیشنهاد دادند که رویکرد نظریه‌پردازی در حوزه نوآوری باید اهمیت بیشتری به مشاهده‌های تجربی و داده‌های آماری قائل شود، چراکه نیاز به رویکردهای بدیل برای نظریه‌پردازی در این حوزه با در نظر گرفتن عدم اطمینان و تنوع میان فعالیت‌های نوآورانه وجود دارد.

درحالی‌که به‌طور مرسوم نظریه‌پردازی از مدل‌سازی و تست آن‌ها شروع می‌شود، آنان عقیده داشتند فهم نوآوری نیازمند این مسأله است که با مشاهده واقعی‌تر پدیده‌های نوآوری و نحوه فعالیت بنگاه‌ها و کشورها در این حوزه، اقدام به نظریه‌پردازی کند تا از این مجرا خود را از خطر پذیرفتن پیش‌فرض‌های غیرواقعی نظیر این‌که بنگاه‌ها، بخش‌ها و کشورها یکسان هستند یا در نظر نگرفتن ماهیت قرین به عدم اطمینان فعالیت‌های نوآوری مصون دارد. نظریه نلسون و وینتر، دو جریان تحقیقاتی عمده را به‌وجود آورد: جریان نخست که در آن تحلیل‌گران به مدل‌سازی نوآوری با در نظر گرفتن عدم اطمینان و تنوع روی آوردند و این کار در زمینه اقتصاد تکاملی رشد کرد. در جریان دوم تحقیق، شروع به کشف تجربی و فهم عوامل نهادی کرد که به ایجاد عدم اطمینان و تنوع منجر شد. به عبارت دیگر، جریان اول بیشتر نوعی مدل‌سازی نوآوری مبتنی بر پیش‌فرض‌های واقعی‌تر بود و جریان دوم به فهم ریشه‌های وجود عدم اطمینان و تنوع در فعالیت‌های نوآوری گرایش داشت.

مطالعه بر روی عوامل نهادی عدم اطمینان و تنوع در اقتصاد علم، فناوری و نوآوری درواقع بخشی از حرکت وسیع‌تر اقتصاد به سمت فهم نقش نهادهای نابازار در اقتصاد و رشد اقتصادی بود، حرکتی که ریشه‌هایش در کار سیمون^{۲۲} بر روی سازمان‌ها و مکتب رفتارگرایی کارنگی ملون^{۲۳} قرار داشت. (مارچ و سیمون، ۱۹۵۸، سیرت و مارچ، ۱۹۶۳).

نخبگان دیگری چون نورث^{۲۴} (۱۹۹۰) و ویلیامسون^{۲۵} (۱۹۷۵ و ۱۹۸۵) نیز بر مبنای ایده‌های کاوز^{۲۶} (۱۹۳۷) در مورد هزینه مبادله، در جهت کشف ماهیت نهادها تلاش‌های مشابهی داشتند.

به سمت نظام‌های نوآوری

مطالعات وان هیپل^{۲۷} در اواخر دهه ۷۰، در روشن ساختن اهمیت بازخورد مصرف‌کنندگان در فرایند نوآوری اهمیت خاصی دارد. وی نشان داد که نگاه به بنگاه بدون در نظر گرفتن بستر فعالیت آن، نمی‌تواند فهم کاملی از نوآوری به همراه داشته باشد. (۱۹۷۸ و ۱۹۸۸)

همچنین مطالعه راثول^{۲۸} و همکارانش در مرکز مطالعات سیاست علم و فناوری در مورد مشارکت مصرف‌کنندگان در فعالیت‌های بنگاه، به این جمع‌بندی منجر شد که واحد مناسب‌تر تحلیل نوآوری شبکه‌ای است که به بنگاه اجازه کسب و بهره‌برداری از دانش و فناوری جدید را می‌دهد و بنگاه به‌عنوان بخشی از این شبکه فعالیت اصلی را بازی می‌کند. (۱۹۷۴)

شرر^{۲۹} ایده‌های فوق را با کار تجربی تلفیق کرد و نشان داد منابع بهره‌وری نوآوری را می‌توان خارج از صنعتی که نوآوری را انجام داده است، یافت. (۱۹۸۲)

پیش از این، به‌طور ضمنی فرض بر این بود که بهبود نوآوری ناشی از تحقیق و توسعه انجام گرفته در همان صنعت است اما این تحقیق نشان داد که عملکرد نوآوری در یک بنگاه یا یک کشور به انتقال فناوری از سایر صنایع نیز بستگی دارد. شرر پس از مطالعه تجربی خود عنوان کرد کالای یک تولیدکننده که در صنعت دیگری خریداری می‌شود در بهبود روابط بین‌بنگاهی یا در بهبود کیفیت محصولات خروجی صنعت خریدار نقش دارد. به‌عنوان مثال، تحقیق و توسعه روی موتور جت که در صنعت موتورسازی هواپیما انجام می‌شود، بهره‌وری خود را در مصرف کمتر انرژی یا عملکرد سریع‌تر، تندتر و مطمئن‌تر هواپیما در صنعت خطوط هوایی نشان می‌دهد.

مطالعات انجام‌شده بر روی عدم اطمینان باعث پررنگ‌تر شدن ماهیت ضمنی و منطقه‌ای دانش فنی شد و پاره‌ای از مشکلات در نظر گرفتن دانش به مثابه اطلاعات را روشن ساخت. (وینتر، ۱۹۸۷)

این‌گونه مطالعات باعث شد نوآوری اغلب به‌عنوان فعالیتی درون شبکه‌هایی از انتقال و تبادل فناوری در نظر گرفته شود که واسطه‌های نهادی مختلفی در این شبکه‌ها نقش بازی می‌کنند. در این میان جغرافیای اقتصادی و اثرات نهادهای منطقه‌ای نقش پررنگ‌تری به خود گرفت و افزایش درک از نقش شبکه‌ها نشان داد بسیاری از نهادهایی که بر نوآوری مؤثر هستند در سطح ملی قرار دارند.

این نکته به سمت مطالعاتی با محوریت بررسی این مسأله که نهادهای ملی چگونه بر توسعه اقتصادی اثر می‌گذارند، رهنمون شد. حاصل آن نیز در نهایت چیزی است که امروزه به‌عنوان «رویکرد نظام ملی نوآوری» شناخته می‌شود.

لاندوال^{۳۰} (۱۹۹۲) در بررسی خود بر روی نظام‌های ملی نوآوری، این عقیده را مطرح کرد که نهادها بر عملکرد نسبی اقتصادی و نوآوری کشورها تا چه اندازه اثر گذارند. وی عقیده داشت می‌توان برخی از عوامل مؤثر بر عملکرد ضعیف نوآوری در کشورهایی مانند انگلستان را در نهادهایی ردیابی کرد که در طول قرن‌ها تغییر کمی داشته‌اند. درواقع وی ایده فریمن^{۳۱} (۱۹۸۷) را در این زمینه توسعه داد. فریمن با تکیه بر تغییرات بسیار کند چنین نهادهایی اشاره داشت که در شرایط تغییرات سریع اقتصاد کلان، همچنان می‌توان انتظار داشت که نهادهای فوق در طول یک قرن ثابت باقی بمانند. در نتیجه درحالی‌که بازارها نقش بسیار مهمی در نوآوری دارند، ولی در ظرف و زمینه نهادهای اجتماعی قرار دارند که می‌تواند هدف پربهره و بسیار خوبی برای دخالت‌های سیاستگذاری دولتی باشد.

توجه به نقش نهادها در نوآوری باعث پیچیده‌تر شدن نحوه تصویر نقش دولت در سایر محدوده‌های اقتصاد شد. درحالی‌که برخی اقتصاددانان و سیاست‌گذاران عقیده دارند که استفاده از ساختارهای تشویقی در بعضی از ابزارهای سیاستگذاری فناوری (مانند ابزارهایی که توجه مدیریت بنگاه‌ها را از نوآوری و رقابت به سمت جست‌وجوی یارانه‌ها منحرف می‌کند) نباید لحاظ شود، رویکرد نهادی بر ناکارآمدی در نظر گرفتن تمایز شفاف میان دولت و بازار در حوزه علم و فناوری اشاره دارد. در بسیاری از بخش‌های با فناوری برتر نظیر داروسازی و هوافضا، موفقیت بخش‌ها و کشورها مرهون سطوح بالای قانون‌گذاری و مداخله دولتی است. (توماس^{۳۲}، ۱۹۹۴)

در این رویکرد، دولت، بنگاه و بازار یک رابطه درونی دارند، برای همین، مسأله، دیگر انتخاب میان بازار یا دولت نیست، بلکه موضوع اصلی انتخاب یا طراحی یک سیستم تعاملی و دینامیک از بنگاه، بازار و دولت است.

تنوع و تفاوت میان بخش‌ها

به موازات کار روی نهادهای دهه ۸۰ شاهد مجموعه‌ای از مطالعات بود که نشان می‌داد بسیاری از ویژگی‌های نوآوری مختص فناوری هستند. پویت^{۳۳} (۱۹۸۴) این عقیده را توسعه داد که دانش فناورانه مانند اطلاعات نیست که بتواند بدون هزینه منتقل شده و به‌سادگی به کار برده شود، بلکه در اصل ضمنی و مندرج در بطن بنگاه‌هاست. در نتیجه دانش فنی انباشت‌پذیر است و دانش فنی بنگاه‌های مختلف با یکدیگر تفاوت دارد. بخشی از این تفاوت را می‌توان برحسب منبع جذب دانش و جهت رشد آن بررسی کرد. وی با تحلیل اطلاعات ۲ هزار نوآوری مهم در انگلستان، توانست بنگاه‌های نوآور را در سه دسته مجزا تقسیم‌بندی کند: بنگاه‌های علم‌محور، بنگاه‌های وابسته به تأمین‌کنندگان خاص تجهیزات و بنگاه‌های تولید انبوه. پویت معتقد بود شاخصه‌های نوآوری در این بنگاه‌ها با یکدیگر متفاوت است برای همین نمی‌توان نوآوری‌های آنان را به‌طور مشابه تحلیل کرد.

مطالعات دیگری نیز بر روی شاخصه‌های نوآوری در صنایع تأکید داشته‌اند نظیر مطالعه معروف به مطالعه دانشگاه «ییل»^{۳۴} که روش‌های جدیدی را برای تعیین منبع ایده‌های نوآوری در بخش‌ها توسعه داد. این مطالعه مبنای تجربی محکمی را برای تحلیل تفاوت در منبع ایده‌ها و روش‌های حفاظت مالکیت فکری در بخش‌ها فراهم آورد. یکی از نتایج این مطالعه حاکی از آن است که استفاده از ساختارهای ثبت اختراع در حفاظت از فناوری‌های محصول صنعت داروسازی بسیار مهم است، اما در صناعی که فناوری آن‌ها اغلب فرایندی، و نه محصولی، هستند این ساختار اثر بسیار کمتری دارد. این نتیجه باعث شد که نگاه ساده و پیشین به پدیده شکست بازار در حوزه علم با مشکل مواجه شود، چراکه نشان داد توانایی تملک بازگشت‌های سرمایه‌گذاری و در نتیجه ماهیت خصوصی یا عمومی بودن دانش علمی در بخش‌های مختلف، متفاوت است. (لوین^{۳۵} و سایرین، ۱۹۸۷)

درک اثرات عمده انباشتی که با تغییرات تدریجی ایجاد می‌شود باعث شد تأکید شومپیتر بر اهمیت تغییرات ناگهانی در نوآوری مورد بازبینی قرار گیرد و سیاست‌ها نیز از آن دسته‌ای که حرکات ناگهانی فناورانه را پیشنهاد می‌کردند به سمت گروهی که از تغییر تدریجی و ملایم‌تر فناوری حمایت می‌کردند، عوض شود.

یکی از گام‌های مهم در فهم روند تغییرات فناورانه را می‌توان مقاله دوسی^{۳۶} (۱۹۸۲) عنوان کرد. وی با بحث در مورد پارادایم‌های فناورانه این مفهوم را با ایده گرفتن از مفهوم پارادایم‌های علمی توسعه داد. یک پارادایم فناورانه، از مجموعه فعالیت‌های فناورانه، رشته‌های علمی مربوط و مواد فیزیکی مورد نیاز برای حل مسأله فنی تشکیل می‌شود. هر پارادایم فناورانه فعالیت‌های ممکن و راه‌حل‌هایی را که امکان دارد به حل مسأله فناورانه منجر شود، مشخص می‌کند و مسیر توسعه فناوری که در درون این پارادایم در عمل محقق می‌شود تابعی از عوامل مختلفی است که از جمله آن‌ها انباشت‌پذیر بودن دانش و ضمنی بودن آن در کنار شرایط تقاضای بازار و فرصت‌های فراهم‌شده به‌وسیله پارادایم است. در اواخر این دهه بحث‌های جامعه‌شناسی فناوری پررنگ‌تر شد و برخی مطالعات از منظر جامعه‌شناسی و تاریخ فناوری نشان داد که چگونه عوامل غیراقتصادی که تحت کنترل گروه‌های اجتماعی است می‌تواند اثرات بنیادین بر فرایند نوآوری بگذارد. (بیجکر^{۳۷} و سایرین، ۱۹۸۷، هیوز^{۳۸}، ۱۹۸۷)

هیوز این ادعا را مطرح کرد که رشد فناوری همیشه با نیروهای اقتصادی معین نمی‌شود و عواملی نظیر عوامل جامعه‌شناسانه نیز تأثیر بسیاری بر عملکرد نوآورانه دارند. وی بر ماهیت سیستمی فناوری تأکید کرد و نشان داد که چگونه نرخ‌های متفاوت نوآوری در زیر سیستم‌های مختلف باعث ایجاد فشار بر سایر بخش‌های سیستم که از نظر عملکرد عقب مانده‌اند می‌شود.

دوسی^{۳۹} و سایرین (۱۹۸۸) تلاش کردند تا یافته‌های جدید تجربی این دهه را با استفاده از نظریه‌های تکاملی توضیح دهند. حاصل مطالعات آنان نشان داد که ماهیت نوآوری اکنون در بستر جدیدی فهم می‌شود و روندهای نظری به سمت پرسش از رفتار نوآورانه بنگاه‌ها، نظام‌های ملی نوآوری و اثرات فناوری در تجارت بین‌الملل در حال حرکت است. دوسی فهم آن زمان در مورد نوآوری را به‌صورت زیر خلاصه کرد:

۱. فعالیت‌های نوآوری در اصل با عدم اطمینان قرین هستند، برای همین از پیش نمی‌توان دانست خروجی فعالیت‌هایی که به هدف نوآوری انجام می‌گیرند چه خواهد بود.
۲. نوآوری به‌طور فزاینده‌ای مبتنی بر پیشرفت‌های دانش علمی است. این مسأله را می‌توان در افزایش خروجی‌های علمی بنگاه‌ها (مانند مقاله‌های علمی) مشاهده کرد.
۳. ماهیت تحقیقات فنی در گذر زمان عوض شده و امروزه این فعالیت‌ها در سازمان‌های رسمی انجام می‌گیرد درحالی‌که در گذشته در آزمایشگاه‌ها و به‌صورت فردی رخ می‌داد.
۴. میزان قابل ملاحظه‌ای از نوآوری‌های مهم اقتصادی نتیجه نوعی یادگیری انباشتی است که از اول چنین طرح و برنامه‌ای نداشته است.
۵. تغییر تکنیکی یک فعالیت انباشتی است و شایستگی‌های فناورانه در یک دوره زمانی بلندمدت ایجاد می‌شوند. اگر در ابتدای دهه ۸۰ تفکر غالب این بود که تمام بخش‌ها و ملتها شباهت‌های بسیاری به هم دارند، اما در انتهای این دهه این مسأله دیگر قابل دفاع نبود. تنوع نوآوری در سطح بخشی و ملی در دهه ۸۰ مورد بررسی جدی قرار گرفت، اما با وجود بعضی کارهای مهمی که در مورد بنگاه‌ها انجام شد نظیر مووری (۱۹۸۳، ۱۹۸۴) و آگاهی‌های خوبی که مطالعات چندلر^{۴۰} از فناوری در بنگاه‌های بزرگ ایجاد کرده بود (۱۹۷۷ و ۱۹۹۰)، تنوع نوآوری در سطح بنگاهی همچنان نیاز به کار جدی‌تری داشت. این مسأله در دهه ۹۰ اتفاق افتاد که با انتشار ایده‌ها از علوم مدیریت و سازمانی به مطالعات علم، فناوری و نوآوری همراه شد و در ادامه با انتشار یافته‌های جدید حوزه علم، فناوری و نوآوری به علوم مدیریت باعث غنای بیشتر این حوزه شد.

دهه ۹۰: تنوع نوآوری درون بنگاه‌ها

شروع دهه ۹۰ مقارن بود با شکل‌گیری بحث‌های گوناگون درباره رقابت‌پذیری ملی که اغلب از نگرانی‌های گسترده در مورد عدم تعادل تراز تجاری فناورانه میان آمریکا و ژاپن نشأت می‌گرفت. مباحث رقابت‌پذیری که تحت تأثیر اهمیت تغییرات فناورانه و دیدگاه‌های موجود در مدارس مدیریت توسعه‌یافته قرار داشت، بر رابطه میان رقابت‌پذیری ملی و نحوه مدیریت تحقیق و توسعه در بنگاه‌ها تأکید می‌کرد. این نگرش‌های مبتنی بر مطالعات تطبیقی صنعت اتومبیل‌سازی میان ژاپن، اروپا و آمریکا (کلارک^{۴۱} و فوجیموتو^{۴۲}، ۱۹۸۹، ووماک^{۴۳} و سایرین، ۱۹۹۰) بر اهمیت دانستن عوامل تأثیرگذار بر شکل‌گیری تنوع و تفاوت میان بنگاه‌ها تأکید می‌کرد و چگونگی اثرگذاری نهادهای مختلف بر این شاخص را مورد بحث قرار می‌داد.

ریشه‌های فکری این نگرش را می‌توان در کارهای نظری نلسون و وینتر (۱۹۸۲)، پروس^{۴۴} (۱۹۵۹) و چندلر^{۴۵} (۱۹۷۷) پیدا کرد که بر ماهیت وابسته به مسیر و انباشتنی بودن دانش مورد استفاده در درون بنگاه و همچنین رابطه میان نوآوری فناورانه و سازمانی، تأکید کرده بودند. با توجه به این رویکرد، به‌عنوان مثال روزنبلوم و آبرنائی (۱۹۸۲) تفاوت میان بنگاه‌های ژاپنی و آمریکایی در تولیدات الکترونیک مصرفی را بررسی کرده و نتیجه گرفتند مسائلی که مربوط به درون بنگاه است، نظیر نگرش‌ها، تجربه‌ها و رسوم مدیریت، در توضیح رفتار نوآوری صنعت مهم‌تر از عوامل خارجی است. در نتیجه، به جای رسم یک بنگاه نوعی و انتزاعی و تحلیل و توصیف عملکرد نسبی آن برحسب عوامل بیرونی، آن‌ها ادعا داشتند که تفاوت متغیرهای درونی بنگاه‌ها می‌تواند تفاوت کشورها را در عملکرد اقتصاد کلان شرح دهد.

نخبگان مدیریت با استقبال روزافزونی به دنبال فهم ماهیت نوآوری درون بنگاه‌ها بودند. از جمله اولین کسانی که در این زمینه اهمیت وافر پیدا کرد، پورتر^{۴۶} بود که نوآوری و استراتژی بنگاه را به یکدیگر پیوند زد. (۱۹۸۰، ۱۹۸۳، ۱۹۸۵)

پورتر مفاهیم اقتصاد صنعتی را با استراتژی درآمیخت و عقیده داشت که رفتاری از بنگاه که به وی اجازه دستیابی به منافع انحصاری را بدهد (که در ادبیات اقتصاد صنعتی این مسأله خوشایند تعبیر نمی‌شود)، از قضا مورد دلخواه بنگاه‌هایی است که به‌صورت عقلایی به دنبال مزیت رقابتی استراتژیک هستند. در اواخر دهه ۸۰، فرضیات وی در مورد میزان و درجه انتخابی که بنگاه‌ها هنگام ورود به بازار دارند (که وی درجه آزادی نسبی بالایی برای آنان قائل

بود) و همچنین میزانی که این انتخاب‌ها باعث تعیین ساختار صنعتی می‌شوند، مورد سؤال قرار گرفت. این انتقادات به روشن شدن اهمیت بخش و صنعتی که بنگاه در درون آن قرار دارد و همچنین نقش مهم فرصت‌های فناورانه، منجر شد. پورتر کار خود را در اواخر دهه ۸۰ توسعه داد و بر اهمیت شاخصه‌های ملی و الگوهای تقاضا در تطور و موفقیت بنگاه‌های جهانی تأکید کرد. (۱۹۹۰)

پراهالاد^{۴۷} و همل^{۴۸} (۱۹۹۴) بر مبنای کار پورتر مفهوم «شایستگی‌های ویژه»^{۴۹} را توسعه دادند. آن‌ها پیشنهاد کردند که مزیت رقابتی درواقع ناشی از توانایی مدیریتی است که بنگاه به‌وسیله آن فناوری‌های گسترده و مهارت‌های تولیدی خود را در شایستگی‌های خاصی گرد می‌آورد که باعث می‌شود بنگاه بتواند به‌سرعت خود را تطبیق داده و از فرصت‌های در حال تغییر استفاده لازم را ببرد. این ایده‌ها بر مدیریت استراتژیک و مجموعه‌ای از نظریه‌های دیگر که نوآوری موفق و مزیت رقابتی بنگاه‌ها را بر حسب ایجاد و تخصیص منابع مدیریتی و فناورانه توضیح می‌داد، اثر گذاشت.

کارهای تجربی دیگر بر ماهیت نوآوری درون بنگاه‌ها تصویری متفاوت‌تر از آنچه ادبیات مدیریت استراتژیک پیشنهاد می‌داد ارائه داد به‌گونه‌ای که نقش مدیر ارشد را بیشتر رهبری فرهنگی ترسیم می‌کرد تا درگیر شدن در طراحی و فرموله کردن استراتژی‌های تجملی. (مینتزبرگ^{۵۰}، ۱۹۹۳)

کارهای تجربی دیگر نشان داد که بین چیزی که مدیریت بالای سازمان فکر می‌کند در سازمان اتفاق می‌افتد و آنچه به‌واقع جریان دارد، تفاوت محسوسی هست. دانش مورد نیاز برای انتخاب موفق‌ترین فناوری‌ها برای موفق‌ترین بازارها اغلب به‌صورت عمیق در درون سازمان قرار دارد و معمولاً هم در دسترس مدیران ارشد نیست. (ویلداوسکی^{۵۱}، ۱۹۸۳) دانش مورد نیاز برای حرکت به سمت بازارهای جدید اغلب از منابع خارجی بنگاه‌ها کسب می‌شود و به‌سادگی قابل کاربردی کردن نیست. تحقیق و توسعه هم بیشتر برای مونیتور کردن و فهم منابع اطلاعات خارج از بنگاه انجام می‌شود. این مسأله در مقاله کوهن^{۵۲} و لوینتال^{۵۳} (۱۹۸۹، ۱۹۹۰) انعکاس یافت که آن را «دو چهره تحقیق و توسعه» نامیدند. تحقیق و توسعه بنگاه‌ها را قادر می‌سازد تا هم فناوری جدید را توسعه دهند و هم بتوانند منابع خارجی اطلاعاتی را درک کنند. کار گامباردلا^{۵۴} (۱۹۹۲) به‌طور تجربی این مسأله را تأیید کرد و نشان داد تحقیق و توسعه درونی در صنعت داروسازی یک مکمل ضروری، و نه جایگزین، برای منابع خارجی علمی است. در دهه ۹۰، مجموعه مطالعاتی که به کشف یادگیری نهادی پرداخته بودند به همراه رنسانس ناشی از مطالعات کلاسیک قبلی نظیر برنز و استالکر (۱۹۶۱) و آرگریس و شون (۱۹۷۸)، باعث شدند که مقوله‌های یادگیری و تغییرات تدریجی نهادها اهمیت روزافزونی پیدا کند. در سطح تجربی، کارهای این دهه رابطه پیچیده میان سازمان، فناوری و نرخ تغییر متفاوت این دو را روشن کرده است.

لئونارد بارتون^{۵۵} (۱۹۹۲) نگاه ارتدوکسی در مورد بنگاه را که عقیده داشت بنگاه‌ها باید بر شایستگی‌های ویژه خود متمرکز شوند، به چالش کشید و ابراز کرد که شایستگی‌های ویژه‌ای که در ارزش‌های بنگاهی ریشه عمیقی دارد، به‌سختی می‌توان تغییر داد و این مسأله خود می‌تواند مانعی برای نوآوری باشد. درواقع شکست بسیاری از نوآوری‌ها می‌تواند ریشه در مسائل سازمانی داشته باشد نه بحث‌های فنی و فناورانه.

نکات مشابهی را نلسون (۱۹۹۱) مطرح کرد. وی تأکید داشت که تفاوت‌های درونی سازمانی و فناورانه میان بنگاه‌ها، بخش مهمی از عملکرد نسبی اقتصادی آنان را توضیح می‌دهد و نوآوری فناورانه و تحول سازمانی با یکدیگر پیوند عمیقی دارد.

تیس^{۵۶} و پیسانو^{۵۷} (۱۹۹۴) این ایده را که بنگاه‌ها در توانایی به‌کار بردن منابع مشابه می‌توانند با یکدیگر متفاوت باشند، توسعه دادند و کلمه مورد بحث را از «منابع» به «توانمندی‌های دینامیک» تغییر دادند. در کار قبلی، تیس (۱۹۸۶) نشان داده بود که چگونه بنگاه‌ها نه تنها نیاز به یکپارچه‌سازی منابع برای نوآوری دارند، بلکه به دسترسی به منابع مکمل برای بهره‌برداری کامل‌تر از منافع نوآوری نیازمندند.

در نگاه‌های مبتنی بر منبع از بنگاه‌ها، بنگاه‌ها به‌صورت مجموعه منابعی نظیر دارایی‌های فناورانه تصویر می‌شوند که این منابع می‌تواند در بازارهای جدید به کار رود. اما مطرح شدن بحث توانمندی و شیفت از منابع به سمت توانمندی‌ها (دینامیک) به دنبال مجموعه‌ای از شکست تلاش‌های نوآوری به‌وسیله بنگاه‌هایی بود که رنج وسیعی

از دارایی‌ها و منابع فناورانه را در اختیار داشتند، اما نمی‌توانستند آن‌ها را به نوآوری‌های جدید تبدیل کنند. این مسأله بازنگری در نگاه ایستا به منابع را به همراه داشت به گونه‌ای که تفکر نسبت به منابع را به سمت نگاه دینامیک و توجه به توانمندی‌ها معطوف کرد.

گرنسترنده^{۵۸} و سایرین (۱۹۹۷) این رویکرد را بیشتر توسعه دادند و بینه‌های تجربی را در مورد ماهیت انباشتی شایستگی‌های توزیع‌شده فناورانه در میان بنگاه‌ها فراهم کردند. نویسندگان بر تفاوت میان محصولات و فناوری‌ها تأکید کردند و نشان دادند که چگونه بنگاه‌های نوآور باید محصولات و فناوری‌ها را به‌طور متفاوتی مدیریت کنند. تحلیل آن‌ها از اطلاعات ثبت اختراع آشکار کرد که بنگاه‌ها به تعداد زیادی از توانمندی‌های متنوع فناورانه نیاز دارند، که بسیاری از این توانمندی‌ها خارج از بازار اصلی محصول آن‌هاست. به‌خصوص این‌ها فهمیدند که شایستگی در صنعت ماشین‌آلات، فرایندهای شیمیایی و ابزارآلات برای بسیاری از بنگاه‌های بزرگ ضروری است. بنابراین رویکرد شایستگی‌های ویژه باعث عدم فهم صحیح از محدوده گسترده فناوری‌هایی می‌شود که در نوآوری به‌کار می‌روند، همچنین باعث می‌شود که فهم صحیحی از تفاوت میان محصول و فناوری به دست نیاید. این شایستگی‌ها باید در درون حفظ شوند تا توانمندی زیرنظر گرفتن و یکپارچه‌سازی دانش خارجی و ورودی‌های تولید را به بنگاه اعطا کنند. برای همین نظرهایی که در مورد outsource کردن تولید به کار می‌رود را نمی‌توان در مورد توانمندی‌های فناورانه به کار برد.

تمرکز اقتصاددانان علم، فناوری و نوآوری به درون بنگاه‌ها موجب شد همپوشانی ثمربخشی با فعالیت‌های دانشگاهی در زمینه رفتار سازمانی و فرهنگ سازمانی ایجاد شود. این مسأله در برخی موارد نتیجه ماهیت کاربردی‌تر این رشته است. عالم سیاستگذاری فهمیده است که فراهم کردن فهم نظری از یک پدیده تنها قدم اول در سیاستگذاری است که باید بتواند به‌طور موفق پیاده‌سازی شود. پیاده‌سازی به خودی خود اهمیت بیشتری در این حوزه پیدا کرده است.

سخن آخر

از دهه ۶۰ به بعد تحولات شگرفی در دانش بشری نسبت به سازوکارهای درونی اقتصاد که زیربنای رشد فناورانه (تکنولوژیک) هستند رخ داده است. توجه به نوآوری به‌عنوان عامل اصلی رشد اقتصادی و به‌طور خاص نوآوری فناورانه و کشف سازوکارهای دخیل در ایجاد آن را شاید بتوان مرکز این فهم جدید دانست. امروزه نگرش غیرخطی به نوآوری و چارچوب‌هایی نظیر نظام‌های ملی نوآوری، جایگزین نگاه خطی و مدل‌های انتزاعی قدیمی شده‌اند و در کانون فهم امروزی این نکته نهفته است که نیروهای تغییر از درون سازوکار رقابت بازار برمی‌خیزند، نه از خارج آن.

تأکید فراوان بر مطالعات تجربی و پرهیز از مدل‌سازی‌های ریاضی و نظری، بدون توجه به واقعیتی که در دنیای خارج رقابت و نوآوری در حال اتفاق است، به‌عنوان یکی از عناصر اصلی رویکرد نئوشومپیتری، شائبه انتزاعی و غیرواقعی بودن را کم‌رنگ می‌کند و این نتیجه را که نهادهای مهمی غیر از بازار در موفقیت توسعه فناوری و نوآوری کشورها اثرگذار بوده‌اند، بیش از پیش قابل باور می‌سازد. در نتیجه تلاش‌های این حوزه بر اهمیت نقش دولت در توسعه علم و فناوری از طریق اثرگذاری بر نهادهای غیربازاری، لزوم سیاستگذاری و دخالت هوشمندانه دولت را به‌عنوان یک بازیگر اثرگذار بیش از پیش آشکار می‌سازد. به‌خصوص در روزگاری که بنگاه به‌عنوان یک موضوع انتزاعی دیده نمی‌شود، بلکه مجموعه‌ای از توانمندی‌هاست که قابلیت به‌کارگیری منابع مختلف در توسعه فناوری‌های جدید را دارد و از این‌رو، امروزه یکی از پرسش‌های کلیدی دولت‌ها این نکته است که چگونه می‌توان فرایند توانمندسازی بنگاه‌ها را تسریع کرد. نگاهی به تجربه کشورهای شرق آسیا نشان می‌دهد که دولت‌ها در توانمندسازی بنگاه‌ها از طریق اتخاذ سیاست‌های مختلف نقش مهمی را ایفا کرده‌اند و این نکته یکی از مهم‌ترین عواملی است که می‌تواند توسعه سریع فناوری در کشورهایی نظیر کره جنوبی را تبیین کند.

یکی دیگر از تحولات مهم در این حوزه، فهم و توجه به تفاوت رژیم‌های یادگیری و نوآوری در بخش‌های مختلف

است. مطالعات تجربی نشان داده‌اند که شاخصه نوآوری و یادگیری بخش‌های مختلف با یکدیگر متفاوت است، برای همین این بخش‌ها سیاست‌های مختلفی را نیز می‌طلبند. درحالی‌که بعضی از بخش‌ها متکی بر «نوآوری محصول» بوده و نهادهای حفظ حقوق مالکیت از درجه اهمیت بالایی برای آن‌ها برخوردارند، بخش‌هایی که متکی به «نوآوری فرایند» هستند نیاز کمتری به این نهادها احساس می‌کنند. برخی بخش‌ها از برقراری رابطه با دانشگاه سود می‌برند درحالی‌که برخی دیگر نیاز چندانی به دانش علمی درون دانشگاه‌ها ندارند.

از طرف دیگر، این حوزه تأثیر شگرفی بر فهم بشر از سازوکارهای درون بنگاه داشته است به گونه‌ای که نخبگان بنگاهی در حوزه نوآوری توانسته‌اند سهم قابل توجهی در بهبود فهم بشر از فعالیتهای فناوری بنگاه‌ها ایجاد کنند. توجه به تفاوت توانمندی‌های سازمانی و توانمندی‌های فناورانه و لزوم هماهنگی آن‌ها، توجه به تنوع بالای توانمندی‌های فناورانه به‌خصوص در بنگاه‌های بزرگ و تمایز میان محصولات و فناوری‌های بنگاه‌ها و نحوه‌ای که بنگاه‌ها این دو را به‌صورت متفاوتی مدیریت می‌کنند، برخی از نتایج یافته‌های این حوزه است.

به‌نوعی این نگرش‌های جدید را می‌توان تلاش‌های تا حد زیادی موفق در راستای پیوند دادن متغیرهای خرد نظیر رفتار بنگاه‌ها با مسأله کلان رشد اقتصادی دانست. به نظر می‌رسد رهیافت‌های شومپیتر و نگاه وی به نظام سرمایه‌داری، همچنان می‌تواند تحقیقات آتی را در این زمینه جهت‌دهی کند.

منابع

1. abramovitz (1956). "Resource and output trends in the United States since 1870." American Economic Review 46: 5-13.
2. Aghion, P, and P. Howitt 2005, Growth with quality-improving innovations: an integrated framework, in Aghion p. and Durlauf S. (Ed), handbook of economic growth, Elsevier.
3. Aghion, P, and P. Howitt (1998): Endogenous Growth Theory, MIT Press, Cambridge, MA.
4. Argyris C. and Schon D. A. (1978). organizational learning. Reading MA, Addison Wesley.
5. Arrow K. (1962). economic welfare and the allocation of resources for invention. the rate and direction of inventive activity. Princenton, Princenton university press.
6. Bernal J.D. (1939). the social foundation of science. London, George Routledge & Sons Ltd.
7. Bijker W. E. Hughes T. P. and Pinch T.J., Ed. (1987). the social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology. Cambridge and London, MIT press.
8. Burns T. and Stalker G. (1961). the management of innovation. London, Tavistock.
9. Bush V. (1945). science: the endless frontier, National Science Foundation.
10. Chandler A. D. Jr. (1977). the visible hand. Cambridge MA, Harvard University press.
11. Chandler A. D. Jr. (1990). scale and scope: the dynamics of industrial capitalism. Cambridge MA, Belknap press, Harvard university.
12. Clarck K. B. and Fujimoto T. (1989). "lead time in automobile product development: explaining the japanese advantage." journal of engineering and technology management 6: 25-58.
13. Coase R. (1937). "the nature of the firm." economica NS 4: 384-405.
14. Cohen W. M. and Levinthal D. A. (1990). "Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation." Administrative science quarterly 35: 128-152.
15. Cyert R.M. and March J.G. (1963). a behavioural theory of the firm, Prentice Hall.
16. De Solla Price D. (1965). "is technology historically independent of science? a study in statistical historiography." technology and culture 6 (4): 553-568.
17. Dosi G. (1982). "Technological paradigms and technological trajectories: the determinants and directions of technological change and the transformation of the economy." Research Policy 11: 147-162.
18. Dosi G. (1988). the nature of the innovation process. technical change and economic theory. London and New York, Pinter Publishers.
19. Dosi G. Freeman C. Nelson R. R. Silverberg G. and Soete L., Ed. (1988). technical change and economic theory. New York and London, Pinter Publishers.

20. Freeman C. (1987). technology policy and economic performance. London, Pinter.
21. Gambardella A. (1992). "competitive advantage from in house scientific research: the US pharmaceutical industry in the 1980s." research Policy 21: 391-407.
22. Granstrand O. Patel P. and Pavitt K. (1997). "multi technology corporations: why they have distributed rather than distinctive core competencies." california management review 39 (4): 8-25.
23. Hall, Bronwyn & N. Rosenberg, 2010, Handbook of the Economics of Innovation, Elsevier, Amsterdam, Volume I and II.
24. Hughes T. P. (1987). the evolution of large technological systems. the social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology. Bijker W. E. Hughes T. P. and Pinch T.J. Cambridge and London, MIT press.
25. Leonard-Barton D. (1992). "core capabilities and core rigidities: a paradox in managing new product development." strategic management journal 13: 111-125.
26. Levin R. C. Klevorick A. K. Nelson R. R. and Winter S. G (1987). "appropriating the returns from industrial research and development." brooking papers on economic activity 3: 783-820.
27. Lundvall B-A., Ed. (1992). national systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning. London, Pinter publishers.
28. March J.G. and Simon H. (1958). organizations. New York, Willey.
29. Marshal A.W and Meckling W.H. (1962). predictability of the cost, time and success of development. the rate and direction of inventive activity. N. R.R. princeton, princeton university press.
30. Martin B. and Nightingale P. 2000, The political economy of science, technology and innovation (the international library of critical writings in economics series), Edward Elgar Publishing.
31. Mintzberg H. (1993). "rethinking strategic planning." long range planning 27 (3): 12-30.
32. Mowery D. (1983). "the relationship between intra-firm and contractual forms of industrial research in American manufacturing 1900-1940." explorations in economic history 20 (4): 351-374.
33. Mowery D. (1984). "firms structure, government policy and the organization of industrial research: great Britain and the United States 1900-1950." business history review 58: 504-531.
34. Mowery, D. C. (1994), "US Post-war Technology Policy and the Creation of new Industries," in OECD, Creativity, Innovation and Job-Creation, Paris: OECD.
35. Mowery D. and Rosenberg N. (1979). technology and the pursuit of economic growth. Cambridge, Cambridge university press.
36. Myers S. and Marquis D.G. (1969). successful industrial innovation. Washington D.C, National Science Foundation.
37. Nelson R.R. (1959). "the simple economics of basic scientific research." journal of political economy 67 (3): 297-306.
38. Nelson R.R., Ed. (1962). the rate and direction of inventive activity. Princeton, Princeton university press.
39. Nelson R.R. (1991). "why do firms differ, and how does it matter?" strategic management journal 12 (1).
40. Nelson R.R. and Winter S. (1977). "in search of useful theory of innovation." Research Policy 6: 36-76.
41. Nelson R.R. and Winter S. (1982). an evolutionary theory of economic change. Cambridge MA, Belknap press, Harvard University.
42. North D. (1990). institutions, institutional change and economic performance. Cambridge, Cambridge university press.
43. Pavitt K. (1984). "sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory." Research Policy 13 (6): 343-373.
44. Penrose E. (1959). The Theory of the Growth of the Firm. Oxford, Blackwell.
45. Pitt, J. C. (1999) Thinking about technology: foundations of the philosophy of technology. New York: Seven Bridges Press.
46. Polanyi M. (1962). "the republic of science." Minerva 1 (1): 54-72.
47. porter M. (1980). competitive strategy. New York, Free press.

48. porter M. (1983). "the technological dimension of competitive strategy." research on technological innovation, management and policy 1.
49. Porter M. (1985). competitive advantage. New York, Free press.
50. Porter M. (1990). the competitive advantage of nations. New York, Free press.
51. Prahalad C. K. and Hamel G. (1994). competing for the future, Harvard business school press.
52. Romer, P (1990): "Endogenous Technical Change", Journal of Political Economy.
53. Rosenberg N. (1974). "science, innovation and economic growth." economic journal 84 (333): 90-108.
54. Rosenberg N. (1976). technological change in the machine tool industry: 1840-1910. perspective on technology. Rosenberg N. Cambridge, Cambridge University Press.
55. Rosenbloom R. S. and Abernathy W. J. (1982). "the climate for innovation in industry: the role of management attitudes and practices in consumer electronics." Research Policy 11 (4): 209-225.
56. Rothwell R. Freeman C. Horlsey A. Jervis V.T.P. Robertson A.B and Townsend J. (1974). "SAPPHO updated - project SAPPHO phase 2." Research Policy 3: 258-291.
57. Rubenstein A. (1962). Organization and research and development decision making within the decentralized firm. the rate and direction of inventive activity. N. R.R. princeton, princeton university press.
58. Scherer F.M. (1982). "inter industry technology flows in the United States." Research Policy 11 (4): 227-245.
59. Schmookler J. (1966). invention and economic growth. Cambridge, Harvard university press.
60. Schumpeter J. A. (1928). "the instability of capitalism." economic journal 38: 361-386.
61. Schumpeter J. A. (1939). business cycles. New York, McGraw Hill.
62. Schumpeter J. A. (1942). capitalism, socialism and democracy. London, George Allen and Unwin.
63. Smith A. (1776/1904). an inquiry into the nature and causes of the wealth of nations. London, Methuen & Co.
64. Solow R. (1956). "a contribution to the theory of growth." Quarterly journal of economics 70 (1): 65-94.
65. Solow R. (1957). "technical change and the aggregate production function." review of economics and statistics 39: 312-320.
66. Teece D.J. (1986). "profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration licensing and public policy." research Policy 15: 286-305.
67. Teece D.J. and Pissano G. (1994). "the dynamic capabilities of firms: an introduction." industrial and corporate change 3 (3): 537-556.
68. Thomas D.J. (1994). "implicit industrial policy: the triumph of britain and the failure of France in global pharmaceuticals." industrial and corporate change 3 (3): 537-556.
69. Verspagen B. 2005, Innovation and economic growth, in Fagerberg et al. 2005, oxford handbook of innovation, Oxford University Press.
70. Von Hippel E. (1978). "a customer-active paradigm for industrial product idea generation." Research Policy 7 (3): 240-266.
71. Von Hippel E. (1988). the sources of innovation. Oxford, Oxford university press.
72. Wildavsky A. (1983). "information as an organization problem." journal of management studies 20 (1): 29-40.
73. Williamson O.E. (1975). markets and hierarchies, analysis and anti-trust implications. a study in the economics of industrial organizations. New York, Free press.
74. Williamson O.E. (1985). the economic institutions of capitalism. New York, Free press.
75. Winter S.G. (1987). knowledge and competencies as strategic assets. the competitive challenge: strategies for industrial innovation and renewal. Teece D.J. Cambridge MA, Harvard university press.
76. Womack J. Jones D. and Roos D. (1990). the machine that changed the world. New York, Macmillan.

پی‌نوشت‌ها

۱. شاکله مطلب فوق مقدمه کتاب اقتصاد سیاسی علم، تکنولوژی و نوآوری، از آثار بن مارتین و پل نایتینگل (۲۰۰۰) از اساتید و محققان مرکز سیاستگذاری علم، تکنولوژی و نوآوری (اسپرو)، دانشگاه ساسکس انگلستان، است. این اثر جزو کتابخانه نوشته‌های حیاتی در اقتصاد، شماره ۱۱۶ است. البته نویسنده در جاهای مختلف توضیحات لازمی را از خود اضافه کرده یا بخش‌هایی را حذف کرده و مطلب را به‌طور متفاوتی در این اثر ترویجی تقریر کرده است.

- | | |
|----------------------------------|------------------------|
| 2. Schumpeter. | 32. Thomas. |
| 3. Romer. | 33. Pavitt. |
| 4. Verspagen. | 34. Yale. |
| 5. Aghion and Howitt. | 35. Levin. |
| 6. Bijker. | 36. Dosi. |
| 7. Pitt. | 37. Bijker. |
| 8. Solow. | 38. Hughes. |
| 9. Abramowitz. | 39. Dosi. |
| 10. Nelson. | 40. Chandler. |
| 11. Arrow. | 41. Clark. |
| 12. National Science Foundation. | 42. Fujimoto. |
| 13. Bush. | 43. Womack. |
| 14. Bernal. | 44. Penrose. |
| 15. Michael Polanyi. | 45. Chandler. |
| 16. David Mowery. | 46. Porter. |
| 17. Schmookler. | 47. Prahalad. |
| 18. Rosenberg. | 48. Hamel. |
| 19. De Solla Price. | 49. Core Competencies. |
| 20. Herbert Simon. | 50. Mintzberg. |
| 21. Nelson and Winter. | 51. Wildavsky. |
| 22. Simon. | 52. Cohen. |
| 23. Carnegie Mellon. | 53. Levinthal. |
| 24. North. | 54. Gambardella. |
| 25. Williamson. | 55. Leonard Barton. |
| 26. Coase. | 56. Teece. |
| 27. Von Hippel. | 57. Pisano. |
| 28. Rothwell. | 58. Granstrand. |
| 29. Scherer. | |
| 30. Lundvall. | |
| 31. Freeman. | |