



The Bible of STI Policy  
Volume 11, Number 2, Summer 2019

---

*Journal of*  
**Science & Technology Policy**

---

## **A Historical Review of Science, Technology and Innovation Studies and the Role of the State**

**Ebrahim Souzanchi Kashani\***

Assitant Professor, Graduate School of Management  
and Economics, Sharif University of Technology,  
Tehran, Iran

### **Abstract**

The current monograph is a historical record of conceptual changes regarding the role of science, technology and innovation, particularly their role in growth and development. The story begins with pioneer scholars including Adam Smith, John Stewart Mill, Karl Marx and Joseph Schumpeter, the later who pave the way for the next generation of scholars after the Second World War thinking about the new economic system and the role of STI. The history of technical changes is then envisaged based on long waves of Schumpeter that completed by Freeman and Perez. Evolution of thoughts about the role of STI in development is described in the next part in order to show the role of state in this particular. Finally, a short summary of changes in Iran is discussed that demonstrates the weakness of theory building in the domestic system.

**Keywords:** Science, Technology, Innovation, Economic System, the Role of State

---

\* souzanchi@sharif.edu



## مرور تاریخچه مطالعات علم، فناوری و نوآوری و ضرورت ایفاء نقش دولت

ابراهیم سوزنچی کاشانی\*

عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی شریف، تهران

### چکیده

نوشته حاضر مروری است تاریخی بر نحوه تحولات فکری در ارتباط با علم، فناوری و نوآوری و نقش آنها در رشد و توسعه. بدین منظور، روایت تاریخی ابتدا برخی متفکران پیشرو شامل آدام اسمیت، جان استیوارت میل، کارل مارکس و جوزف شومپتر را به تصویر می‌کشد که چگونه در ارتباط با نظام جدید اقتصادی و نقش علم، فناوری و نوآوری در آنها می‌اندیشیده‌اند. جریانی که پس از جنگ جهانی دوم ایجاد گردید مبتنی بر نگاه شومپتر به دنیای جدید و نقش نوآوری و تخریب خلاق شروع به تکمیل نظریه‌پردازی نمود. مقاله در ادامه تاریخچه توسعه فناوری در دنیا را با یک نگاه نئوشومپتری باز می‌کند و به سراغ تطور نظریات از پس جنگ دوم جهانی می‌رود تا خلاصه فهم ما از این مقولات در دنیای جدید و نقش دولت در توسعه آنها را بازتر نماید. در ادامه، روایتی، هر چند کوتاه از وضعیت علم، فناوری و نوآوری در کشور برای دوره بعد از انقلاب ارائه می‌گردد که به صورتی نقادانه، خلاء شکل‌گیری تفکر و نظریه‌پردازی را گوشزد می‌کند. **کلیدواژه‌ها:** علم، فناوری، نوآوری، سیستم اقتصادی، نقش دولت

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

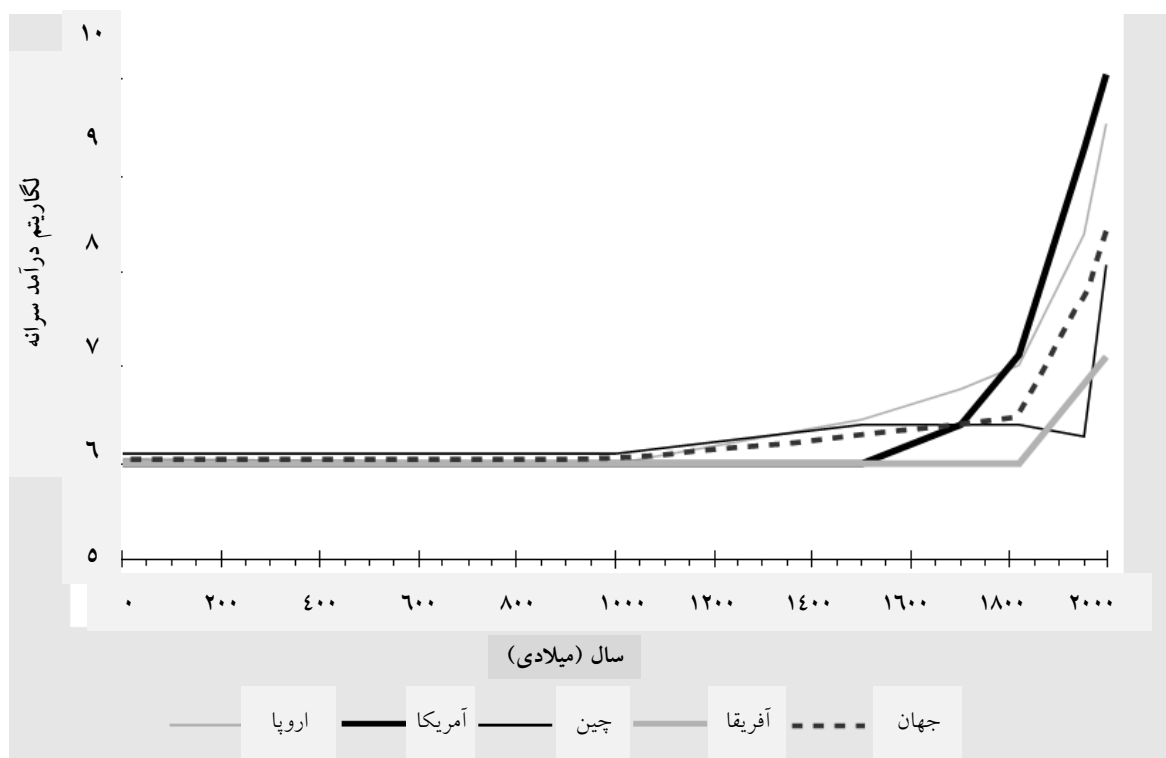
Souzanchi Kashani, E. (2019). A Historical Review of Science, Technology and Innovation Studies and the Role of the State. *Journal of Science & Technology Policy*, 11(2), 1-16. {In Persian}.

### ۱- مقدمه

باعث گردید تا ثروت وی افزایش چشم‌گیری بیابد و هم‌زمان با این افزایش ثروت، موج چشم‌گیری از توسعه فناوری‌های گوناگون اتفاق افتاده است که اکنون زندگی بشر را از اساس دگرگون کرده است. اگر چه در شکل ۱ می‌بینیم که از قرون ده و یازده میلادی، یعنی پایان عصر تاریکی و شروع دوره دوم قرون وسطی تغییراتی در وضعیت زندگی مردم پدیدار گشت و در قرن پانزدهم یعنی با شروع رنسانس این تغییرات اندکی شتاب گرفت، اما عمده تغییر شیب در افزایش درآمد سرانه در اروپا در نزدیکی قرن هجدهم مصادف با انقلاب صنعتی رخ داده است. چین که هم‌زمان با اروپا یعنی از قرن دهم میلادی شروع به رشد تدریجی کرده بود، نتوانست هم‌پا با انقلاب صنعتی مغرب زمین حرکت کند و ناگزیر تا اواسط

امروزه ما در دنیایی زندگی می‌کنیم که با چهارصد یا پانصد سال گذشته بسیار متفاوت است. زندگی روستایی و ساده گذشته، امروزه با یک دنیای پیچیده جایگزین شده که ساده‌ترین بیان تغییرات در آن این است که اگر در گذشته در طبیعت زندگی می‌کردیم، امروز در دنیایی مملو از ساخته‌های بشری زندگی می‌کنیم.

شکل ۱ نشان می‌دهد که شروع افزایش درآمد سرانه در مغرب زمین، عمدتاً از اواسط قرن هفدهم شتاب ویژه‌ای گرفته است، پدیده‌ای که مقارن با شروع انقلاب صنعتی در بریتانیا است. به عبارت دیگر، ورود بشر به عصر صنعت



شکل ۱) رشد درآمد سرانه بشر از زمان میلاد مسیح [۱]

سرمایه‌داران دست به توسعه ماشین می‌زنند [۴] و نظامی که به صورت خلاقانه دست به تخریب قواعد قدیمی و جایگزینی قواعد جدید می‌زند [۵]؛ هرکدام تقریر متفاوتی از نظم دنیای جدیدی است که ما در آن زندگی می‌کنیم.

در این میان، نقش علم، فناوری و نوآوری (STI) به صورت‌های متنوعی ترسیم شده و مبتنی بر آن نقش دولت نیز به صورت‌های کاملاً گوناگونی تصویر شده است. هدف از این مقاله این است که نشان دهد با گذر زمان چه تحولاتی در فهم ما در ارتباط با مقولات STI و نقش دولت در این میان رخ داده است.

این مقاله بر سه بخش اصلی بنا شده است. بخش اول به نظریات متفکران بزرگ اولیه در این حوزه یعنی آدم اسمیت، جان استیوارت میل، کارل مارکس و شومپیتر خواهد پرداخت. در بخش دوم، تاریخ‌نگاری توسعه فناوری مبتنی بر نظریه موج‌های بلند شومپیتر صورت خواهد گرفت که توسط فریمن، پرز و لوکا<sup>۵</sup> تکمیل گردیده است [۶-۸]. در بخش سوم جریان نئوشومپیتری و تحولات فکری آنها از بعد از جنگ دوم جهانی باز خواهد گردید و به صورت خاص به

قرن بیستم منتظر تغییرات گسترده در نظام ملی اقتصادی خود ماند. آمریکا نیز اگر چه بعد از کشف به وسیله کریستف کلمب تغییراتی را مشاهده نمود، اما این کشور نیز به صورت جدی و متأثر از انقلاب صنعتی، با تأخیری نسبت به اروپا، به جرگه کشورهای مرفه دنیا پیوسته است. اما در این میان آفریقائیان از سایرین کم بهره‌تر بودند و هنوز این تغییرات گسترده را در زندگی خود احساس نکرده‌اند.

بسیاری از دانشمندان تلاش داشته‌اند تا این تفاوت‌ها را توضیح دهند و از همین روی بزرگانی نظیر آدم اسمیت<sup>۱</sup>، جان استیوارت میل<sup>۲</sup>، مارکس<sup>۳</sup> و شومپیتر<sup>۴</sup>، هرکدام به نحوی تلاش داشتند تا ویژگی‌های این دنیای جدید را و البته هرکدام با انگشت گذاشتن بر نقطه‌ای از آن و عوامل متفاوتی تبیین کنند. شکل‌گیری و ایجاد اقتصاد صنعتی از طریق گذار از دنیای کشاورزی و سیستم فئودال و حاکم شدن نظم بازار [۲]، اقتصاد سیاسی که از طریق انباشت و پس انداز سرمایه و سپس سرمایه‌گذاری جدید به پیش می‌رود [۳]، سرمایه‌داران بی‌رحمی که برای کسب سود و در رقابت با سایر

1- Adam Smith  
2- John Stewart Mill  
3- Karl Marx  
4- Joseph Schumpeter

هستند و در یک نقطه تعادل کار می‌کنند. عناصر ضروری تولید عبارتند از: نیروی کار، سرمایه و زمین. سپس وی به تحلیل تحولات می‌پردازد که عوامل آن عبارتند از:

• رشد قدرت بشر در تسلط بر طبیعت از طریق علم و هنر (هنر استفاده از علم) که به نوبه خود باعث کاهش هزینه تولید می‌شود.

• افزایش مداوم امنیت افراد و دارایی آنها به دور از سرقت و راهزنی به ویژه توسط دولت‌ها

• افزایش ظرفیت همکاری انسانها در کسب‌وکار، عمدتاً از طریق شکل‌گیری شرکت‌های سهامی مشترک که ناشی از تمدن جدید است.

هر سه این عوامل خارج از نظام اقتصادی است که در آن سرمایه، نیروی کار و زمین برای تولید به کار می‌روند و از نظر وی موضوع علم اقتصاد نیستند. لذا توسعه فناوری ذاتاً یک پدیده اقتصادی نیست بلکه تنها می‌تواند به صورت مقطعی باعث ایجاد تغییراتی در سازوکار تولید ثروت گردد تا زمانی که اقتصاد مجدداً به حالت تعادل برگردد که خود این فناوری حاصل توسعه علمی است و بنابراین فناوری به عنوان هنر علم تعریف شده است.

#### ۲-۳ مارکس

در تحلیل سایر نظام‌های بشری، نظیر فئودالیزم که بر اساس کشاورزی است، مارکس به این نکته توجه ما را جلب می‌کند که طبقه حاکم، یا همان فئودال، زندگی خود را به گونه‌ای سامان می‌دهد که وضعیت و شرایط بتواند در یک ثبات دائم بماند و تغییراتی در آن حاصل نشود. در واقع یک فئودال برای آنکه فئودال بماند، باید کاری کند که شرایط ثابت باشد. اما سرمایه‌داری، یا نظام اقتصادی جدید، یگانه نظامی است که در طول تاریخ این انگیزه طبقه حاکم برای حفظ ثبات را برهم زده است. مارکس عنوان می‌کند در نظام سرمایه‌داری برای اینکه یک سرمایه‌دار بتواند سرمایه‌دار بماند هیچ راهی ندارد جز تغییر و بهبود مداوم محصولات و کالاها در رقابت با سایر سرمایه‌داران.

در دستگاه فکری مارکس، ماشین سبیل دنیای جدید است و وی مفصلاً در مورد ماشین و اجزاء آن بحث می‌کند. ماشین همان پدیده‌ای است که سرمایه‌دار آن را مال خود می‌کند تا از آن طریق بتواند در رقابت برنده شود. سرمایه‌دار چه بسا برای

آرای سه چهره تأثیرگذار یعنی نلسون<sup>۱</sup>، فریمن و روزنبرگ<sup>۲</sup> اشاره خواهد شد. در انتها، جمع‌بندی اولیه‌ای از نکات کلیدی در تغییرات فهم ما از این مقولات و به تبع آن نقش دولت ارائه خواهد شد.

#### ۲- متفکران پیشرو

##### ۱-۲ آدام اسمیت

اسمیت دو نوع نظام اقتصادی متفاوت را مورد توجه قرار می‌دهد که عبارت است از نظام اقتصادی کشاورزی و نظام اقتصادی صنعتی مبتنی بر آزادی تولید و مصرف. او بیان می‌کند که تقسیم کار در یک نظام اقتصادی صنعتی اتفاق می‌افتد نه در یک نظام کشاورزی. بنابراین مهم‌ترین وجه تمایز انگلستان از سایر کشورهای آن زمان همین ورود به عصر صنعتی و در نتیجه شکل‌گیری تقسیم کار و بالاتر رفتن مهارت‌ها و به تبع آنها افزایش تولید و مصرف سالانه است.

در تبیین این مسئله، آدام اسمیت توضیح می‌دهد که تقسیم کار سه اثر دارد که یکی از آنها افزایش مهارت نیروی کار است و دو تای دیگر آنها عبارتند از: ذخیره کردن زمان و اختراع ماشین‌آلات. این سه عامل در کنار یکدیگر باعث بالا رفتن بهره‌وری می‌شوند. بنابراین در نگاه وی، اختراع ماشین‌آلات جدید حاصل یک نظام اقتصادی صنعتی و ناشی از پدیده تقسیم کار است. آدام اسمیت بیان می‌کند که هنگامی که تقسیم کار صورت می‌گیرد، عده‌ای پیدا می‌شوند که کار آنها و شغل آنها ساختن و اختراع ماشین‌آلات و فروختن آن به سایر کارخانجات می‌شود. وی در ادامه وی البته دو منبع دیگر برای بهبود ماشین‌آلات ذکر می‌کند:

- کسانی که با ماشین‌ها کار می‌کنند و در کار روزمره با ماشین به نکاتی دست می‌یابند که منجر به بهبود و ارتقاء ماشین‌ها می‌شود

- کسانی که در اثر تقسیم کار، شغلی برای انجام دادن ندارند، بلکه شغل آنها مشاهده کارهای دیگران و ارائه پیشنهادات برای بهبود است.

##### ۲-۲ جان استوارت میل

جان استوارت میل ادعا می‌کند که قواعد تولید ثروت ثابت

می‌سازد قبل از اینکه منابع مالی لازم برای ایجاد یک مجموعه تجاری را داشته باشند؛ کارآفرین باشند" [۹]. مسئله مهمی که در کار شومپیتر جلوه‌گر است اینکه وی تأکید را از توسعه ماشین و یا ابزارآلات به انواع گسترده‌تر نوآوری تغییر می‌دهد. توسعه ماشین‌آلات و فناوری‌های جدید تنها یکی از انواع نوآوری‌هایی است که در پرتو نیروهای خلاقیت و کارآفرینی رخ می‌دهد در حالی که می‌توان از نوآوری در فرآیندها، سازمان، شبکه عرضه و یا حتی بازار نیز سخن راند. هرکدام از این نوآوری‌ها می‌تواند به نوبه خود باعث افزایش بهره‌وری گردد [۱۰]. اینگونه نوآوری‌ها نه در منظومه اسمیت و نه در منظومه مارکس با این دقت مورد بحث قرار نگرفته بود. وی اسم فرآیند تغییرات مداوم در نظام سرمایه‌داری را که باعث شکل‌گیری و از بین رفتن کسب‌وکارهای جدید، بازارهای جدید، محصولات و خدمات جدید و ... می‌گردد را تخریب خلاق<sup>۳</sup> می‌نهد. فرآیند تخریب خلاق یک حقیقت ذاتی سرمایه‌داری است. تخریب خلاق چیزی است که سرمایه‌داری را شکل می‌دهد و هر دغدغه‌ای در مورد سرمایه‌داری باید آن را مدنظر قرار دهد [۴].

## ۲-۵ مقایسه متفکران

به طور خلاصه گرچه آدام اسمیت به اهمیت انقلاب صنعتی واقف بود ولی نتوانسته بود نیروهای عظیم فناوری و نوآوری را درک کند و صرفاً در حد بیان تقسیم کار باقی ماند. میل به اقتصاد سیاسی به نحوی پرداخت که در حالت تعادل بود و اهمیت صنعتی شدن را درک نکرده بود. مارکس تحولات و تغییرات نظام جدید را در پرتو نیروهای منفی و جاه‌طلبانه سرمایه‌داری جستجو می‌کرد. نهایتاً این شومپیتر بود که تلاش کرد یک تصویر یکپارچه و جامع ارائه دهد که در آن سرمایه‌داری تحت تأثیر نیروهای کارآفرینی، از درون تغییر خواهد کرد و در ادامه با ظهور بنگاه‌های بزرگ، نوآوری تبدیل به یک روال درون واحدهای تحقیق و توسعه بنگاه‌های بزرگ خواهد گردید. جدول ۱ خلاصه نظریات آنها را بیان می‌کند. جریان مطالعاتی که بعد از جنگ دوم جهانی در دنیا شکل گرفت و توسعه یافت و شرح آن در ادامه خواهد آمد مبتنی بر نظریات شومپیتر بنا شده که به آن جریان نئوشومپیتری اطلاق می‌شود و با طرد رویکردهای تعادلی،

توسعه ماشین‌آلات ناچار است هزینه‌های زیادی بکند، بعضاً یک سری مهندس را استخدام کند و به آنها پول بدهد تا ماشین موجود را ارتقاء دهند یا ماشین‌های جدید توسعه دهند. به زعم مارکس، سرمایه‌داری وقتی به اوج می‌رسد که بتوانیم ماشین‌هایی تولید کنیم که تولیدکننده ماشین باشند و این ممکن نمی‌شود مگر با به خدمت گرفتن نظام‌مند علم در صنعت. بنابراین توسعه فناوری در نظام سرمایه‌داری در گرو پویایی انگیزه سرمایه‌دار برای بقاء نهفته است.

## ۲-۴ شومپیتر

شومپیتر اولین و شاید معروف‌ترین کتاب خود را در سن ۲۸ سالگی با نام نظریه توسعه اقتصادی در سال ۱۹۱۱ و به زبان آلمانی منتشر می‌کند. وی در مقدمه‌ای که برای ترجمه ژاپنی این کتاب در سال ۱۹۳۷ نگاشته است می‌گوید: "اگر خوانندگان ژاپنی من بخواهند قبل از بازکردن این کتاب بدانند که پیام اصلی که من قصد انتقال آن را حدود ربع قرن قبل داشته‌ام چیست؛ خواهم گفت من تلاش می‌کردم تا یک مدل نظری بسازم که به وسیله آن فرآیند تغییرات اقتصادی را در طول زمان توضیح دهم، یا به صورت شفاف‌تر بگویم که می‌خواستم به این سؤال پاسخ دهم که نظام اقتصادی چگونه نیروهایی تولید می‌کند که به صورت مداوم باعث تبدیل و تغییر آن می‌گردد".

این نگاه دقیقاً بر خلاف نگاهی است که جان استیوارت میل در ارتباط با تعادل اقتصادی مطرح می‌کند و به نگاه مارکس در مورد نظام اقتصادی به عنوان یک سیستم متغیر بسیار نزدیک‌تر است. در آن زمان والراس<sup>۱</sup> نظریه عمومی تعادل را مطرح و مدل اقتصادی آن را نیز ارائه داده بود. در مدل تعادل، یک نظام اقتصادی به خودی خود هیچ تغییری نمی‌کند مگر اینکه نیرویی از بیرون به آن وارد شود. اما این منبع انرژی و مدلی که شومپیتر به دنبال آن بود چیست؟

بر خلاف مارکس که این نیرو را در انگیزه سرمایه‌داران متجلی می‌دید، شومپیتر این منبع را در نیروی کارآفرینی می‌دانست. وی در دومین کتاب معروف خود به نام "چرخه‌های تجاری"<sup>۲</sup> می‌گوید: "در میان تمام نظام‌های اقتصادی، سرمایه‌داری تنها نظامی است که افراد را قادر

1- Walras

2- Business cycles

جدول ۱) تفاوت نگاه‌های اسمیت، میل، مارکس و شومپتر در نگاه به فناوری و نوآوری و نقش آنها در توسعه

نقش دولت در توسعه فناوری	عامل اصلی توسعه فناوری چیست؟	آیا توسعه فناوری پدیده‌ای اقتصادی است؟	نوآوری چیست؟	فناوری چیست؟	نظام اقتصادی	
عدم مداخله	ماشین سازان، استفاده کنندگان، دانشمندان	بله	توسعه فناوری	ابزارآلات	پویا ولی گذرا - توجه به انقلاب صنعتی	اسمیت
غیراقتصادی، توسعه علم	علم	خیر	توسعه فناوری	هنر علم	ایستا - عدم توجه به انقلاب صنعتی	میل
سکوت	سرمایه‌گذاری سرمایه‌داران	بله کاملاً	توسعه فناوری، روش‌های جدید سازمانی	ماشین	پویا - توجه به انقلاب صنعتی	مارکس
تسهیل فعالیت‌های کارآفرینانه علی‌الخصوص تأمین مالی کارآفرینی	شومپتر ۱: نیروی کارآفرینی شومپتر ۲: تحقیق و توسعه بنگاه‌های بزرگ	تا حد قابل توجهی تحت نیروهای اقتصادی است	۵ نوع نوآوری در محصول، سازمان، زنجیره تأمین، بازار، فرآیند	روش‌های تولید	پویا - توجه به انقلاب صنعتی	شومپتر

داد اقتصاد جهانی دارای سیکل‌های بلندی از رکود و رونق است که تقریباً هر پنجاه سال یکبار اتفاق می‌افتد. شومپتر این ایده را مطرح کرد که در پشت هر دوره بلند رونق و رکود، موج‌های کارآفرینانه نهفته است به نوعی که هر موج کارآفرینی باعث ایجاد یک دوره رونق می‌شود و افول این موج یک دوره رکود را رقم می‌زند تا موج بعدی برخیزد [۹]. اما نظریه‌پردازی شومپتر و شواهد تجربی وی با نقصان‌های جدی مواجه بود.

فریمن تلاش کرد این پروژة ناتمام شومپتر را به اتمام برساند. بنابراین، واژه انقلاب‌های فناوری را وضع کرد که ناظر به یک سری تغییرات بزرگ و بنیادین ناشی از یک موج بلند فناوری است. کتاب فریمن و لوکا با استناد به شواهد تجربی عمیق از زمان انقلاب صنعتی، ویژگی‌های هرکدام از انقلاب‌های فناورانه، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی را بر شمرده و در جاهایی نشان داد که چگونه انقلاب‌ها در نهایت باعث تغییرات گسترده فرهنگی نیز شده‌اند.

### ۳-۱ تعریف انقلاب اقتصادی-اجتماعی-فناورانه

یک انقلاب فناورانه<sup>۲</sup> می‌تواند به صورت مجموعه‌ای از پیشرفت‌های خارق‌العاده و ریشه‌ای مرتبط با هم تعریف شود که یک دسته اصلی از فناوری‌ها، خوشه‌ای از خوشه‌ها یا

معتقد است که منبع تغییرات، درون نظام اقتصادی جدید است و این تغییرات را با کلمه نوآوری، که زائیده تفکرات شومپتر و گسترده‌تر از تغییرات فنی است، باز می‌شناسد. این جریان در نحوه رخداد این نوآوری‌ها، نظریات پیشرفته‌تری به نسبت شومپتر در ارتباط با نقش کارآفرینان و نقش تحقیق و توسعه ارائه داده‌اند. همچنین با وام گرفتن از موج‌های بلند کارآفرینی، تقریر متفاوتی از تغییرات بزرگ فناوری بعد از انقلاب صنعتی ارائه می‌دهند که مدافع اصلی این رویکرد فریمن است. بخش بعدی به تاریخ‌نگاری توسعه فناوری بعد از انقلاب صنعتی در این جریان فکری می‌پردازد و سپس مؤلفه‌های فکری و رویکردهای آنها به بحث علم، فناوری و نوآوری و جایگاه دولت در این میان در بخش انتهایی باز خواهد شد.

### ۳-۲ تاریخ‌نگاری توسعه فناوری و انقلاب‌های فناورانه

فریمن و لوکا [۷] مبتنی بر کارها و مطالعات فریمن و پرز و مفهومی به نام انقلاب‌های بزرگ فناورانه، اقتصادی، سیاسی و اجتماعی [۶] به بررسی پنج انقلاب بزرگ فناورانه از بعد از انقلاب صنعتی در قرن ۱۷ می‌پردازند. ریشه چنین نگاهی را می‌توان در امواج بلند کوندراتیف<sup>۱</sup> [۱۲] جستجو کرد که نشان

توجهی کارایی و اثربخشی همه صنایع و فعالیت‌ها را افزایش دهند. به تبع هر انقلاب فناورانه، بخش‌ها<sup>۲</sup> و صنایع جدید گسترش می‌یابند تا به موتورهای برای رشد، در یک دوره زمانی طولانی تبدیل شوند و یک سازماندهی مجدد در سطحی وسیع و یک افزایش گسترده در بهره‌وری صنایعی که از قبل وجود داشتند به راه می‌اندازد [۸].

### ۳-۲ ویژگی‌ها و اثرات هر انقلاب فناورانه

فرآیندهای انتشار هر انقلاب فناورانه و ابرانگاره<sup>۳</sup> فنی-اقتصادی آن، به همراه جذب آنها از سوی اقتصاد و جامعه و همچنین افزایش‌های حاصل در بهره‌وری و توسعه، موج‌های بزرگ و متوالی توسعه را شکل می‌دهند [۱۳]. به لحاظ ساختاری، هر انقلاب تعداد قابل توجهی محصولات جدید و فناوری‌های تولید مرتبط با هم را دربرمی‌گیرد که رشد صنایع جدید مهم را شکل می‌دهند. در میان آنها یک ورودی اصلی همه‌گیر و ارزان وجود دارد، اغلب به شکل منبعی از انرژی و گاهی اوقات به شکل یک ماده مهم، به اضافه یک یا چند زیرساخت جدید. زیرساخت‌ها معمولاً مرز و شرایط شبکه‌های حمل و نقل - برای محصولات، افراد، انرژی و اطلاعات - را تغییر می‌دهند به طوری که دامنه آنها را گسترش داده، سرعت و قابلیت اطمینان را نیز افزایش و در عین حال هزینه آنها را به طور چشم‌گیری کاهش می‌دهند. بدین ترتیب در هر انقلاب فناورانه، سه دسته صنعت خلق

سیستمی از سیستم‌های وابسته به هم را شکل می‌دهند. به عنوان مثال، انقلاب کنونی فناوری اطلاعات یک سیستم فناوری اولیه را حول ریزپردازنده‌ها (و سایر نیمه‌هادی‌های یکپارچه شده)، تأمین‌کنندگان تخصصی و کاربردهای ابتدایی آنها در ماشین حساب‌ها، کوچک کردن و دیجیتالی کردن ابزارهای کنترل برای استفاده‌های نظامی و غیرنظامی شکل داد. به دنبال این سیستم یک سری همپوشانی‌دار از نوآوری‌های ریشه‌ای دیگر، ریزکامپیوترها و کامپیوترهای شخصی، نرم‌افزار، تله‌کام‌ها و اینترنت شکل گرفت که هر یک مسیری از سیستم‌های جدید را گشوده‌اند که ارتباط و وابستگی زیادی به یکدیگر دارند. این سیستم‌ها پس از ظهور، با یکدیگر ارتباط خواهند داشت و به طور مداوم با حلقه‌های بازخورد زیاد هم از نظر فناوری‌ها و هم از نظر بازارها گسترش می‌یابند. جدول ۲ این پنج انقلاب را به صورت خلاصه نشان می‌دهد [۸].

ویژگی دگرگون‌سازی سازوکارهای اقتصادی و به تبع آن دگرگون کردن ساختارهای صنعتی در این انقلاب‌ها بسیار کلیدی است. یک انقلاب فناورانه می‌تواند به صورت کلی‌تر به شکل یک تحول اساسی در قابلیت ثروت‌آفرینی اقتصاد دیده شود که فضای وسیعی برای نوآوری فراهم نموده و مجموعه جدیدی از فناوری‌های عمومی، زیرساخت‌ها و اصول سازمانی مربوطه را می‌گشاید که می‌توانند به طور قابل

جدول ۲) پنج انقلاب فناورانه

انقلاب فناورانه	نام متداول دوره	رویداد بزرگ یا پیگ-بنگی که انقلاب را آغاز کرد	سال	کشورهای اصلی
اول	انقلاب صنعتی	کارخانه ریسندگی ریچارد آرک رایت در کرامفورد بازگشایی شد	۱۷۷۱	بریتانیا
دوم	عصر بخار و راه‌آهن	تست ماشین بخار «راکت» برای راه‌آهن لیورپول-منچستر	۱۸۲۹	بریتانیا (گسترش به قاره اروپا و ایالات متحده آمریکا)
سوم	عصر فولاد، الکتریسیته و مهندسی سنگین	کارخانه فولاد کمبج بسمر <sup>۱</sup> در پیتزبرگ، پنسیلوانیا بازگشایی شد	۱۸۷۵	ایالات متحده و آلمان پیشروان اصلی بودند که از بریتانیا سبقت گرفتند
چهارم	عصر نفت، اتومبیل و تولید انبوه	اولین فورد مدل «تی» از کارخانه فورد در دیترویت میشیگان بیرون آمد	۱۹۰۸	ایالات متحده آمریکا (همراه با آلمان در رقابت برای رهبری جهان) گسترش متعاقب به سرتاسر اروپا
پنجم	عصر اطلاعات و ارتباطات	ریزپردازنده شرکت اینتل در سانتا کلارای کالیفرنیا رونمایی شد.	۱۹۷۱	ایالات متحده آمریکا (گسترش به اروپا و آسیا)

تلگراف و تلفن در انقلاب سوم، جاده‌ها در انقلاب چهارم و بسترهای ارتباطی نظیر اینترنت در انقلاب پنجم) [۶]. جدول ۳ صنایع حول پنج انقلاب فناورانه را نشان می‌دهد [۱۳]. طبیعی است که حول هر ابرانگاره فنی جدید، تعداد زیاد دیگری از صنایع نیز رشد کرده و شکوفا شوند. مثلاً پس از انقلاب تولید انبوه و قابلیت جابجایی گسترده بشر، صنعت ساخت و ساز نه تنها به خاطر توسعه جاده‌ها، بلکه ساخت هتل‌ها برای مسافران، پمپ بنزین، تعمیرگاه و ... توسعه یافت و در کنار آن مشاغل دیگری نظیر هتلداری، تعمیرکاری،

می‌شوند: ۱) صنایعی که ورودی ارزان برای سایر صنایع ایجاد می‌کنند (نظیر آهن در انقلاب اول و دوم، فولاد در انقلاب سوم، نفت در انقلاب چهارم و ریزپردازنده‌ها در انقلاب پنجم)، ۲) صنایعی که خود حامل فناوری‌های کلیدی انقلاب هستند (نظیر نساجی در انقلاب اول، ساخت موتور بخار در انقلاب دوم، الکتریسته در انقلاب سوم، اتومبیل در انقلاب چهارم و الکترونیک و فناوری اطلاعات در انقلاب پنجم) و ۳) صنایعی که حکم زیرساخت را بازی می‌کنند (نظیر کانالها و آبراه‌ها در انقلاب اول، راه آهن در انقلاب دوم، توزیع برق،

جدول ۳) صنایع حول انقلاب‌های فناورانه

انقلاب فناورانه	فناوری‌های جدید و صنایع جدید یا بازتعریف شده	زیرساخت‌های جدید یا بازتعریف شده
اول: انقلاب صنعتی	- صنعت نساجی ماشینی - آهن مقاوم، آلیاژی - ماشین‌آلات	- کانال‌ها و آبراه‌ها - شاهراه‌ها - نیروی آب (چرخ‌های آبی بسیار قدرتمند)
دوم: عصر بخار و راه آهن	- موتورهای و ماشین‌آلات بخار (از جنس آهن، با سوخت ذغال سنگ) - معدن‌کاری آهن و ذغال‌سنگ - ساخت راه آهن - تولید تجهیزات حمل و نقل ریلی - نیروی بخار برای بسیاری از صنایع (از جمله نساجی)	- راه آهن (استفاده از موتور بخار) - خدمات پستی جهانی - تلگراف (اساساً در سطح ملی در امتداد خطوط راه آهن) - بنادر بزرگ، اسکله‌های بزرگ و کشتی‌نوردی در سرتاسر جهان - گاز شهری
سوم: عصر فولاد، الکتریسته و مهندسی سنگین	- فولاد ارزان (به طور خاص فولاد بسمر) - توسعه کامل موتور بخار برای کشتی‌های فولادی - مهندسی عمران و شیمی سنگین - صنعت تجهیزات الکتریکی - مس و کابل‌های مسی - مواد غذایی کنسروی و بطری‌ها - کاغذ و بسته‌بندی	- کشتیرانی در سرتاسر دنیا با استفاده از کشتی‌های بخار پرسرعت (بهره‌برداری از کانال سوئز) - راه‌آهن‌های بین‌قاره‌ای (استفاده از ریل‌های فولادی ارزان و مهره‌هایی با اندازه‌های استاندارد) - پل‌ها و تونل‌های بزرگ - تلگراف در سرتاسر جهان - تلفن (عمدتاً در سطح کشورها) - شبکه‌های الکتریکی (برای کاربرد روشنایی و صنعتی)
چهارم: عصر نفت، اتومبیل و تولید انبوه	- تولید اتومبیل در سطح انبوه - نفت ارزان و سوخت‌های نفتی - صنایع پتروشیمیایی (مواد شیمیایی) - موتورهای احتراق داخلی برای خودروها، حمل و نقل، تراکتورها، هواپیماها، تانک‌های جنگی و الکتریسته - وسایل برقی خانگی - غذاهای منجمد	- شبکه جاده‌ها، بزرگراه‌ها، بنادر و فرودگاه‌ها - چاه‌های نفت - برق جهانی (صنعتی و خانگی) - ارتباطات از راه دور آنالوگ در سطح جهانی (تلفن، تلکس و کابل گرام) به صورت سیمی و بی سیم
پنجم: عصر اطلاعات و ارتباطات	- انقلاب اطلاعات: میکروالکترونیک ارزان - کامپیوترها، نرم‌افزار - ارتباطات از راه دور - ابزارهای کنترلی - بیوفناوری به کمک کامپیوتر و مواد نو	- ارتباطات از راه دور دیجیتال در سطح جهانی (کابل، فیبر نوری، رادیو و ماهواره) - اینترنت/پست الکترونیک و سایر خدمات الکترونیک - شبکه‌های الکتریکی با منابع تولید پراکنده و با کاربری انعطاف‌پذیر - حمل و نقل فیزیکی با سرعت بالا (به صورت زمینی، هوایی و آبی)



نیروی کار ارتباط دارد (در حالی که بخش اعظم آن به باقی مانده مبهمی منتسب بود)، اقتصاددانان نگران ضعف‌های مفهومی خود شدند [۱۶]. کارهای اولیه نظیر نلسون [۱۷] و آروو [۱۸]، تلاش داشت نوآوری را برحسب رفتار حداکثرسازی سود بنگاه‌های صنعتی ترسیم کند. این دو نفر عقیده داشتند که منافع اجتماعی تحقیق و توسعه از بازگشت خصوصی آن بیشتر است، چرا که در سازوکارهای تملک نتایج آن به دلیل سادگی نشت دانش به بیرون بنگاه، شکست بازار وجود دارد. در نتیجه بنگاه‌ها به دلیل اینکه نمی‌توانند منافع کامل تحقیق و توسعه را از آن خود کنند، در آن کمتر سرمایه‌گذاری می‌کنند.

دیده می‌شود که تا آن موقع هنوز واژه نوآوری در کانون توجه نبوده و بنابراین متفکران این دوره هنوز با کارهای شومپتر حتی آشنا نبوده‌اند چرا که شومپتر بین ابداع و نوآوری تفاوت جدی قائل شده بود. فقط دسته‌ای از آنها به این مسئله پی برده بودند که رشد اقتصادی تا حد قابل توجهی وابسته به مسئله ابداع و یا تغییرات فنی است.

#### ۴-۱- تنوع دیدگاه‌ها در طول زمان

عده‌ای از متفکران، تحت تأثیر نظرات برنال [۱۹]، نحوه خاتمه جنگ دوم جهانی به وسیله بمب اتم و گزارش بوش [۲۰] عقیده داشتند که تحقیقات و نیروهای سمت عرضه، باعث نوآوری می‌گردد و عده دیگری تحت تأثیر مطالعات اشموکلا [۲۱] به نیروهای طرف تقاضا گرایش داشتند. تحلیل اشموکلا از آمار ثبت اختراع نشان داده بود که تغییرات الگوی تقاضا که به وسیله میزان سرمایه‌گذاری اندازه‌گیری شده بود، از تغییرات فعالیت ابداع که به وسیله تقاضا برای ثبت اختراع اندازه‌گیری شده بود، از نظر زمانی زودتر بوده است که به زعم وی به این معنی است که تغییرات تقاضا باعث القاء نوآوری است.

روزنبرگ [۲۲] در مواجهه با این رویکرد رابطه میان علم، فناوری و رشد اقتصادی را مورد آزمون قرار داد و از دیدگاه نظری ادعا کرد که نگاه اشموکلا درست نیست و ما نمی‌توانیم اهمیت سرمایه‌گذاری بر روی علم را نادیده بگیریم چرا که سرمایه‌گذاری بر روی علم باعث کاهش هزینه حل مسائل پیچیده فناورانه می‌شود. آنها در نهایت به همراه دیوید مووری مقاله‌ای در سال ۱۹۷۹ نوشتند [۲۳] که خطاهای

توزیع سوخت و غیره توسعه یافت، مضاف بر اینکه هم‌زمان شدن آن با توسعه تلویزیون و سینما باعث گردید که موضوع اصلی بسیاری از فیلمهای ساخته شده اتومبیل باشد.

یکی از اثرات هر انقلاب فناورانه که به تبع خود صنایع جدیدی ایجاد و ساختار و پویایی اقتصاد را دگرگون می‌کند رشد و بروز شکل‌های جدید سازمانی است: همچنان که فناوری‌های جدید شکل کار و الگوهای مصرف را تغییر می‌دهند نحوه سازماندهی کار و کسب‌وکارها را نیز تغییر می‌دهند. روش متداول استفاده از این فناوری‌ها در ارتباط با شرایط جدید در بازار به تعیین اصول نوین سازماندهی که نسبت به اصول قبلی اولویت دارند و بخشی از منطق کارایی و اثربخشی را شکل می‌دهند کمک می‌کند [۶]. در هریک از موارد، تغییر ابرانگاره در منطق سازماندهی و کسب‌وکار، مدل‌ها و راهبردهای کسب‌وکار را اصلاح می‌کند به طوری که آنهایی که با منطق کلی ابرانگاره جدید سازگارترند موفق‌تر بوده و کاملاً آشکار شده و به طور فزاینده‌ای مورد تقلید قرار می‌گیرند. بنابراین ابرانگاره فنی - اقتصادی غنی‌تر شده و این فرآیند خود را تقویت می‌کند [۷].

#### ۴-۲- جریان مطالعاتی نوشومپتری بعد از جنگ دوم

توجه عده‌ای از اقتصاددانان خارج از جریان‌های غالب اقتصادی به مسئله فناوری، تحقیقات و نوآوری و نقش آن در اقتصاد و تلاش برای نظریه‌پردازی و فهم تغییرات فناوری و نوآوری - و به تبع آن علم که رابطه وثیقی با این دو دارد - مسائل و نکات بسیار مهمی آشکار شد که نحوه نگرش اقتصاددانان را به پدیده‌های اقتصادی تغییر داد و باب تازه‌ای را در علوم انسانی و اجتماعی گشود. در این بخش تلاش می‌شود تا سیر تاریخی این تحولات از اواخر دهه ۵۰ تا اوایل هزاره سوم در حوزه‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد.

بعد از جنگ جهانی دوم و بین سالهای ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰، اقتصاددانان علم، فناوری و نوآوری عمدتاً معطوف به مسائل رشد اقتصادی بودند، چرا که جامعه علمی به تبع مطالعات رابرت سولو، به اهمیت نقش تاریخی فناوری در بهبود بهره‌وری پی برده بود [۱۵و۱۴]. هنگامی که کارهای تجربی سولو نشان داد تنها سهم محدودی از کل افزایش خروجی اقتصاد آمریکا از اواخر قرن نوزدهم به افزایش سرمایه و

پیش از آن توسط شرر [۳۲] و پویت [۳۳] در ارتباط با الگوی متفاوت منبع فناوری در بخشهای مختلف مورد تأکید قرار گرفته بود. همه این مطالعات تحت عنوان نظام ملی نوآوری در بخشی از کتابی که به وسیله دوسی و سایرین [۳۴] گردآورد شده بود کنار هم آمد و این مفهوم پا به عرصه وجود گذاشت [۳۵-۳۷].

ویژگی‌های خاص نوآوری که قبلاً نلسون و ویتتر [۲۷] مورد توجه قرار داده بودند در کنار مطالعات نظام‌های نوآوری [۳۸] منجر به بروز مفاهیم نظام‌های منطقه‌ای، بخشی و فناورانه نوآوری گردید.

در دهه ۹۰ توجه بیشتری به نوآوری درون بنگاه‌ها گردید و به صورت خاص روزنبرگ دلایل متعددی ذکر کرد که چرا بنگاه‌ها با منابع خود دست به تحقیقات پایه می‌زنند [۳۹]، پویت مفهوم مدیریت راهبردی فناوری را بازتعریف نمود [۴۰]، کوهن و لوینتال نشان دادند که تحقیق و توسعه تنها یک وجهه ندارد (تولید دانش جدید)، بلکه چه بسا بعنوان ظرفیت جذب و فهم تحولات جهان خارج به کار می‌رود [۴۱]، نلسون ریشه‌های نظری تفاوت رفتار بنگاه‌ها را باز کرد [۴۲]، مالربا نشان داد که نوآوری‌های فنی تدریجی در بنگاه‌ها چقدر اهمیت دارند [۴۳]، لئونارد بارتون عنوان کرد که شایستگی‌های ویژه در صورت عدم همراهی نوآوری‌های سازمانی و فنی می‌تواند منجر به خمودگی گردد [۴۴]، تیس و پیسانو مفهوم توانمندی‌های پویا را باز کردند [۴۵] و گرنسترن نشان داد که بنگاه‌ها را نمی‌توان در یک حوزه فناوری محصور کرد و بسیاری از بنگاه‌های بزرگ در حوزه‌های متنوعی از فناوری فعالیت می‌کنند که مدیریت فناوری در آنها با مدیریت کارهای وظیفه‌ای آنها نظیر تولید بسیار متفاوت است [۴۶].

#### ۴-۲ خلاصه یافته‌ها در باب علم، فناوری و نوآوری

اگر بخواهیم خلاصه فهم خود را از تحولات علمی، فناورانه و نوآوری در طول ۵۰ سال اخیر خلاصه کنیم، جمع‌بندی مشترکی از کتاب‌های دوسی و سایرین [۳۴] و نلسون [۳۸] بسیار درس‌آموز است و فهم ما را از مقولات علم، فناوری و نوآوری کامل می‌کند:

◀ علم و فناوری

♦ علم ذاتاً یک فعالیت اکتشافی برای شناخت طبیعت و

روش‌شناختی کتاب اشمولکر را بیان کردند و نشان دادند که تقاضا می‌تواند یک شرط لازم و نه کافی برای نوآوری باشد. در دهه ۷۰ کم‌کم واژه ابداع جای خود را به نوآوری داد و کتاب‌ها و مقالات زیادی در ارتباط با نوآوری و با ارجاع به شومپتر نوشته شد که از جمله بهترین آنها کتاب فریمن با نام "اقتصاد نوآوری صنعتی" است [۲۴] که سالیان سال تنها کتاب مرجع متخصصان این حوزه بوده است. مدل‌سازی نوآوری از این به بعد رونق گرفت که از جمله مهم‌ترین آنها مدل تزویج هم‌زمان کلاین و رزنبرگ [۲۵] و پنج نسل نوآوری راثول [۲۶] را می‌توان برشمرد.

مقاله معروف نلسون و ویتتر [۲۷] در مجله ریسرچ پالیسی<sup>۲</sup> با عنوان در "جستجوی مدل مفیدی برای نوآوری"، یکی از اصلی‌ترین کارهایی بود که در این زمان صورت گرفت و واکاوی نگاه شومپتر نیز بخشی از تلاش آنها را دربرمی‌گرفت. آنها با مروری بر کارهای تجربی عنوان کردند که تابع تولید، توانایی توضیح عدم اطمینان<sup>۳</sup> و تنوع<sup>۴</sup>، که شاخصه اصلی تغییرات فنی است را ندارد و بنابراین نیازمند آن هستیم که بیش از گذشته به کارهای تجربی و مطالعات موردی بپردازیم تا متوجه شویم که نوآوری چگونه اتفاق می‌افتد. نلسون و ویتتر در تلاش برای مدل‌سازی رفتار کنشگران اقتصادی مبتنی بر اصل عدم اطمینان، به سراغ فرضیات عقلانیت محدود رفتند و با اضافه کردن انگاره‌هایی از تطور زیستی، مدل تطوری خود از تغییرات اقتصادی را ارائه دادند که اکنون پرارجاع‌ترین کار حوزه پیشینه نوآوری است [۲۸].

در همین دهه، ظهور ژاپن به عنوان یک پدیده اقتصادی بسیار مورد توجه بود و در کنار مطالعات گسترده جهانی پیرامون ژاپنی‌ها [۲۹]، فریمن نیز از منظر نهادی تجربه این کشور را مورد مطالعه قرار داد و در سال ۱۹۸۷ به ریشه‌های نهادی موفقیت ژاپن در حوزه فناوری پرداخت که بخش قابل توجهی از آن به نهادهای تولید و انتشار فناوری اختصاص داشت [۳۰]. تعاملات میان مصرف‌کننده و تولیدکننده که به تبادلات دانشی نیاز دارد در کتاب لاندوال با موضوع نظریه تعاملی از نوآوری بازتاب داشت [۳۱] و جریان انتشار فناوری

1- Economics of Industrial Innovation

2- Research Policy

3- Uncertainty

4- Diversity

از موارد این پیشرفت‌ها بوده‌اند که زمینه‌ساز سایر تغییرات اجتماعی و نهادی نیز شده‌اند.

□ فهم درست از نقش علم در این میان بسیار حیاتی است. اگر چه در قرن بیستم، نقش علم روز به روز پررنگ‌تر گردیده است، اما توسعه علمی به هیچ روی برای نوآوری کافی نیست.

□ دانشگاه‌ها می‌توانند حوزه‌های پژوهشی بسیار بدیعی را پیش روی بشر باز کنند، اما آنها به هیچ روی نمی‌توانند آنها را به ثمر بنشانند (به جز مواردی اندک) چرا که توانمندی لازم برای نوآوری را دارا نیستند.

□ تحقیق و توسعه به عنوان یک بخش حیاتی توسعه فناوری و نوآوری، از ابتدای قرن بیستم به عنوان یکی از واحدهای درون بنگاه‌ها نهادینه شد. این نهادینه شدن عوامل متعددی دارد که از جمله آنها می‌توان به فهم بهتر بنگاه‌ها (در مقایسه با دانشگاه‌ها) نسبت به مسائل فناورانه که سود بازاری به همراه دارد اشاره نمود. نیاز به یکپارچگی بالای فعالیت‌های تحقیق و توسعه با تولید، توزیع و فروش یکی دیگر از این عوامل است. در این میان ثلث هزینه بنگاه‌ها بر روی پژوهش و مابقی هم بر روی فعالیت‌های توسعه‌ای صرف می‌شود.

□ الگوی تحقیق و توسعه، ارتباط با دانشگاه‌ها و نوآوری در صنایع مختلف با هم متفاوتند و لحاظ نکردن این تفاوت‌ها می‌تواند باعث خطاهای فاحش سیاست‌گذاری (نظیر ملزم کردن همه بخشها به برقراری ارتباط با دانشگاه‌ها) گردد.

□ در کشورهای صنعتی، تحقیق و توسعه بخش خصوصی و صنعت حدود دو سوم تحقیق و توسعه کل کشور را تشکیل می‌دهد و این نشانگر خوبی از میزان توسعه هر کشور است.

مطالعاتی که در هزاره سوم صورت گرفتند تنوع فراوانی پیدا کردند به نوعی که متفکران تلاش کردند حیطه و گستره آنها را تحت عنوان حوزه مطالعات نوآوری مشخص کنند [۴۷ و ۴۸]. مارتین در سال ۲۰۱۶ یافته‌های اصلی این مطالعات را در طول ۵۰ سال گذشته تحت ۲۰ عنوان زیر تقسیم‌بندی کرد [۴۹]:

- ✦ حرکت از سمت کارآفرین فردی به سمت نوآوری شرکتی
- ✦ حرکت از بازار آزاد به سمت مداخله هوشمندانه دولت
- ✦ حرکت از دو عامل تولید (زمین و نیروی کار) به سمت عامل سوم تولید (دانش و فناوری)

قوانین حاکم بر آن است، اگر چه انگیزه‌های دانشمندان از این فعالیت‌های اکتشافی می‌تواند بسیار متفاوت باشد.

♦ دانش علمی ذاتاً تمایل به ساده‌سازی پدیده‌ها دارد تا بتواند قوانین را به زبان روشن و قابل ارزیابی ارائه کند. بنابراین واحد اصلی در دانش علمی گزاره‌هایی هستند که باید از طریق میزان انطباق با واقعیت سنجیده شوند.

♦ فناوری ذاتاً کوششی است در راستای ایجاد تغییر در طبیعت، اگر چه برای این تغییر نیازمند استفاده از قوانین موجود در طبیعت (که به وسیله علم باید شناسایی شوند) است.

♦ دانش فناورانه اما لزوماً به معنای وجود دانش علمی نیست. در طول تاریخ مثال‌های فراوانی وجود دارد که دانش فناورانه به صورت تجربی تغییری را ایجاد می‌کرده است در حالی که قوانین علمی را نمی‌دانسته‌اند (اگر چه از آنها به صورت تجربی استفاده می‌کردند). ساده‌ترین مثال آن استفاده از دیلم، ساخت شمشیر فولادی توسط سامورایی‌ها، موتور بخار، پرواز به وسیله برادران رایت و امروزه در حوزه‌هایی نظیر نانو فناوری است.

♦ از این روی دانش علمی را know why و دانش فناورانه را know how می‌گوییم. در مواردی دانش فناورانه مبتنی بر علم است و در مواردی نیست. برعکس، دانش فناورانه به دانشمندان علمی کمک می‌کند تا بتوانند شرایط را برای تست فرضیه‌های جدید خود آماده کنند (نظیر آزمایشگاه CERN در سوئیس).

◀ نوآوری

□ خروجی پروژه‌های نوآوری اساساً نامطمئن هستند و از قبل نمی‌توانند پیش بینی شوند.

□ میزان قابل ملاحظه‌ای از نوآوری‌های مهم اقتصادی نتیجه یادگیری انباشتی بدون برنامه و طرح از پیش معین است. لذا تغییرات فنی یک فعالیت انباشتی است و شایستگی‌های فناورانه در یک دوره زمانی بلند مدت ایجاد شده‌اند.

□ نظام‌های نوآوری به صورت آگاهانه و از پیش تعیین شده طراحی نشده‌اند بلکه در طول یک فرآیند تاریخی شکل گرفته‌اند و به سختی تغییر می‌کنند.

□ برای فهم نظام ملی نوآوری و نوآوری به صورت کلی، فهم پیشرفت‌های فناورانه بسیار ضروری است چرا که در بسیاری

اهمیت نهادها توجه می‌کنند و آنهایی که نقش کنشگران و ارتباط سیستمی آنها را در نظام نوآوری مدنظر قرار می‌دهند. در بخش اول، عقیده بر این است در حالی که بازار نقش مهمی در نوآوری بازی می‌کند، بازارها در یک طرف و زمینه اجتماعی از نهادهایی قرار دارند که می‌توانند هدف مفیدی برای دخالت سیاست‌گذاری باشند. مطالعات متنوعی نشان داده‌اند که بسیاری از عوامل غیراقتصادی، نظیر عوامل اجتماعی، می‌توانند در شکل‌دهی توسعه فناوری و نوآوری نقش اصلی بازی کنند. دسته دوم با در نظر گرفتن این واقعیت که بنگاه‌ها به صورت ایزوله نوآوری نمی‌کنند، بلکه در حال تعامل با کنشگران مختلفی هستند که این تعامل تعیین‌کننده موفقیت آنها هستند، نقش دولت در تنظیمات این روابط و تعاملها و به طور خاص انتشار دانش را سازنده می‌دانند.

نظریه تطوری نیز دلالت‌هایی برای سیاست‌گذاری فناوری و نوآوری به همراه خود دارد. در این نگاه، حالت تعادل پایدار مدنظر سازوکار بازار وجود خارجی ندارد چرا که نوآوری‌ها به طور دائم در حال تغییر ساختار بازارند. وجه تمایز رویکرد تطوری، پذیرفتن نظریه رفتاری بنگاه و تمرکز آن بر فرآیندهای یادگیری و رفتار تطبیق‌یابنده است. در حالی که اصول نظریه‌های تطوری دوگانه است: یعنی تنوع<sup>۱</sup> و انتخاب<sup>۲</sup>؛ اهداف سیاست فناوری نیز دوگانه خواهد بود: ترویج تنوع و ممانعت از غالب شدن یک نوع فناوری در اثر فرآیند انتخاب. پذیرفتن اهمیت رفتار بنگاه‌ها این نگاه را به سیاست فناوری پیشنهاد می‌دهد: "سیاست‌هایی که به سمت اثرگذاری بر تصمیمات بنگاه‌ها در توسعه، تجاری‌سازی و پذیرفتن فناوری‌های جدید جهت‌گیری کرده‌اند".

مطالعات حوزه فناوری و نوآوری نیز بعضی دیگر از جنبه‌های فعالیت‌های مرتبط با آنها را آشکار ساخته‌اند از جمله ماهیت قرین با عدم اطمینان<sup>۳</sup> فعالیت‌های نوآوری و پژوهش، شاخصه انباشت‌پذیری<sup>۴</sup> و وابستگی به مسیر<sup>۵</sup> دانش و فناوری‌ها (مثلا در مورد مسیرهای فناورانه یا در مورد ابرانگاره‌های فناورانه) و در نهایت اهمیت دانش علمی در نوآوری بنگاه‌ها.

✦ حرکت از یک واحد به سمت چند واحد (نشانگر ضرورت یکپارچه‌سازی تحقیق و توسعه در بنگاه‌ها با سایر فعالیت‌ها نظیر بازاریابی و تولید)

✦ حرکت از پذیرش فناوری به سمت انتشار نوآوری

✦ حرکت از فشار علم به سمت کشش تقاضا

✦ حرکت از یک عامل برای توضیح نوآوری به سمت چند عامل برای توضیح آن

✦ حرکت از مدل‌های ایستا به سمت مدل‌های پویای نوآوری

✦ حرکت از مدل‌های خطی به سمت مدل‌های تعاملی زنجیره

✦ حرکت از یک فرآیند مشخص نوآوری به سمت تنوع میان بخشها

✦ حرکت از مدل‌های نئوکلاسیک به سمت مدل‌های تطوری

✦ حرکت از نظریه‌های نئوکلاسیک به سمت نظریه‌های جدید رشد

✦ حرکت از بنگاه به عنوان نهاد بهینه‌کننده به سمت نگاه منبع محور از بنگاه

✦ حرکت از افراد تکی به سمت نظام‌های نوآوری

✦ حرکت از شکست بازار به سمت شکست سیستم

✦ حرکت از یک وجهه به سمت دو وجهه تحقیق و توسعه

✦ حرکت از مد ۱ به سمت مد ۲ تولید دانش

✦ حرکت از بنگاه‌های مبتنی بر یک فناوری به سمت بنگاه‌های با تنوع بالای فناوری

✦ حرکت از نظام‌های نوآوری ملی به سمت نظام‌های چندلایه‌ای نوآوری

✦ حرکت از نوآوری بسته به سمت نوآوری باز

## ۵- نقش دولت و سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری

در مجموع سه دسته دلیل می‌توانیم برای مداخله دولت در این حوزه استخراج کنیم [۵۰]: دسته اول شامل دلایلی است که از رویکرد نظام نوآوری استخراج می‌شود، دسته دوم راجع به دلایلی است که از اقتصاد تطوری می‌توان استنتاج نمود و در نهایت دسته سوم حاصل کار سایر مطالعات حوزه توسعه فناوری و نوآوری را ارائه می‌دهد.

دلایل نظام‌های نوآوری در این زمینه دوگانه‌اند: آنهایی که به

1- Variety  
2- Selection  
3- Uncertainty  
4- Cumulativeness  
5- Path Dependency

برای نوآوری‌ها باشند.

مبتنی بر این اصول، دولت‌ها نقشهای متنوع تری اکنون برای خود تعریف کرده‌اند. تجربه سازمان‌هایی نظیر دارپا نشان می‌دهد که حتی دولت آمریکا نیز خود سالها به این نوع نگرش در حوزه سیاست علم، فناوری و نوآوری پرداخته بوده است. دولت انگلستان نیز در راه‌اندازی دیپارتمان "مهارت، کسب‌وکار و نوآوری" و به صورت خاص "مرکز نوآوری انگلستان"<sup>۱</sup>، از این رویکردها استفاده کرده است [۵۱].

بنابراین، مفهوم نظام‌های نوآوری تبدیل به یک چارچوب مهم برای سیاست‌گذاری گردیده است چرا که این مفهوم نشان می‌دهد که نوآوری در سطوح مختلف نیازمند چه عواملی است و چگونه اتفاق می‌افتد و از این روی دولت چگونه می‌تواند برای بهبود و ارتقاء نوآوری، به مدد علم و فناوری، نقش فعالانه و مثبتی را ایفاء نماید.

## ۶- سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری در ایران

ارائه تاریخچه‌ای از نقش دولت و سیاست‌گذاری در ایران در حوزه علم، فناوری و نوآوری نه تنها کار دشواری است، بلکه قاعدتا موضوع یک کتاب مفصل است. لذا در این مختصر، بیشتر به بررسی فضای شکل‌گیری پیشینه سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری در کشور پرداخته خواهد شد.

قبل از انقلاب و در سال ۱۳۵۴، شورای پژوهش‌های علمی کشور با تصویب‌نامه هیات وزیران تشکیل شد. هدف اصلی این شورا تعیین اولویت‌های اصلی پژوهشی کشور بوده است. این شورا با قانون جدید تصویب وزارت علوم در سال ۱۳۸۲، منحل شده و ذیل شورای عالی عتف درمی‌آید که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد.

سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی کشور شاید شروع تحولات بعد از انقلاب باشد که در سال ۱۳۵۹ با هدف پاسخگویی به تقاضای روزافزون برنامه‌های رشد و توسعه علوم و فناوری و نیز حمایت از مخترعان، نوآوران، پژوهشگران و صنعتگران کشور تأسیس گردید. با توجه به تغییرات محیطی و درک افراد از ماهیت این سازمان، این اساسنامه در سالهای ۱۳۷۰، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۰ اصلاح گردید و جالب اینکه در سال ۵۹ تمرکز بر مخترعان و نوآوران بود،

خلاصه این دلایل را می‌توان به شرح زیر برشمرد:

# نهادهای زیادی در شکل‌دهی نوآوری نقش بازی می‌کنند که نقش آنها در نوآوری می‌تواند فوق‌العاده مهم باشد. نقش و اهمیت نهادها در ارتباط با علم، فناوری و نوآوری می‌تواند متفاوت باشد. یکی از نقشهای دولت در این زمینه را می‌توان اثرگذاری بر این نهادها به هدف ارتقاء نوآوری برشمرد.

# به دلیل اینکه نوآوری یک پدیده سیستمی است به گونه‌ای که کنشگران بسیاری در آن دخیلند، موفقیت در آن نیز به وجود یک سیستم هماهنگ از کنشگران وابسته است. موفقیت‌های علمی و فناورانه نیز به همین معنا به وسیله یک سیستمی که به خوبی چیده شده باشد تحت تأثیر قرار می‌گیرد. نقش دولت در تنظیم روابط و تعاملات میان این کنشگران و به خصوص انتشار دانش در میان آنها را باید جدی قلمداد نمود.

# از این روی که بنگاه‌ها مهم‌ترین کنشگران فرآیند نوآوری به شمار می‌روند، اثرگذاری بر فرآیندهای یادگیری آنها می‌تواند یکی از اهداف سیاست‌گذاری باشد. دولت‌ها می‌توانند در راستای توانمند ساختن بنگاه‌ها نقش مهمی را بازی کنند.

# سازوکار انتخاب می‌تواند باعث شود که نوع خاصی از فناوری غلبه پیدا کند. یکی از نقشهای سیاست‌گذاری را می‌توان شکستن این ابرانگاره از طریق فراهم کردن فرصتهای جدید فناورانه دانست.

# فناوری و نوآوری تا حد زیادی با عدم اطمینان همراهند. دولت‌ها می‌توانند در کاستن از عدم اطمینان‌های فناورانه سهیم باشند.

# یادگیری انباشتی و وابسته به مسیر را می‌توان از محرک‌های اصلی نوآوری‌ها دانست. دولت‌ها باید متوجه این مسئله باشند تا از یک طرف در زمان‌هایی که لازم می‌دانند باعث گسست و از بین رفتن این دانش انباشت شده نشوند و از طرف دیگر در صورت صلاحدید، مانع یادگیری و انباشت بیشتر دانش گردند.

# دانش علمی از این روی که در بسیاری از نوآوری‌های جدید نقش جدی بازی می‌کند، می‌تواند مورد توجه دولت‌ها به منظور ارتقاء نوآوری قرار بگیرد. در نتیجه دولت باید در زمان‌های لازم متوجه فراهم آوردن مبنای علمی مورد نیاز

این سازمان، دانشگاه علامه طباطبائی که رابطه بهتری با مرکز همکاری‌ها داشت رشته مدیریت فناوری را در سطح کارشناسی ارشد در سال ۱۳۸۰ راه‌اندازی نمود. از آنجا که طبق مقررات وزارت علوم، هر رشته دکتری نیازمند برگزاری حداقل سه دوره کارشناسی ارشد است، دوره دکتری مدیریت فناوری در دانشگاه علامه در سال ۱۳۸۴ راه‌اندازی گردید. از طرف دیگر، دانشگاه صنعتی شریف نیز در همین سال دوره دکتری مشترک با دانشگاه ساسکس انگلستان (مرکز SPRU) را راه‌اندازی کرد. در سال ۱۳۸۵ انجمن مدیریت فناوری ایران به پیروی از انجمن بین‌المللی مدیریت فناوری در دنیا تأسیس گردید.

اگر چه شکل‌گیری این تجربیات شاید ناشی از رقابت‌های بین فردی یا سازمانی در حوزه فناوری بوده است، اما از نظر محتوایی به نظر نمی‌رسد که آنها پیرو مکاتب مختلفی بوده باشند و تقریباً همگی بر رویکردهای مدیریت فناوری منبث از تفکرات طارق خلیل صحه می‌گذاشتند. حتی تحولاتی که در حوزه‌های دفاعی کشور نیز شروع شده بود، همه ناگزیر به همین مجموعه از اساتید مراجعه می‌کردند و پاسخ‌های یکسانی نیز دریافت می‌کردند. بدین ترتیب، شکل‌گیری این حوزه در کشور نه تنها ناشی از تقاضای دانشگاهی و فکری درون دانشگاه‌ها نبوده، بلکه همچنین مسئله اصلی در آن زمان انتقال فناوری به کشور بود که تا سالیان سال در صدر مباحث در این حوزه قرار گرفته بود.

تلاش‌های سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی کشور در نهایت منجر به تصویب و تغییر قانون تصویب وزارت علوم در سال ۱۳۸۲ و تأسیس شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف) گردید. طبق این قانون، نام وزارت به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تغییر کرد و وظایف تحقیقات و فناوری به صورت شفاف به این وزارتخانه محول گردید. شورای عالی عتف به صورت خاص متولی طرح‌های کلان توسعه فناوری در کشور گردید و مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور که تا آن زمان نقش خاصی در کشور ایفاء نمی‌کرد از سال ۱۳۸۳ به عنوان یک مرکز مستقل و قانون تفکر در زمینه سیاست‌پژوهی و سیاست‌سازی علم، پژوهش و فناوری در سطح ملی و به‌صورت فرابخشی در کنار شورای عتف ایفاء نقش نمود.

سال ۷۰ تحقیق و ارتقاء فناوری، در سال ۸۲ توسعه فناوری و در سال ۹۰ نوآوری هدف اصلی این سازمان عنوان شده است.

در سال ۱۳۶۲ نهاد دیگری با نام دفتر "بررسی‌ها و مطالعات علمی و صنعتی نخست وزیری" به منظور ارائه مشاوره علمی و صنعتی به دستگاه‌های اجرایی کشور تشکیل شد. با حذف پست نخست وزیری در اصلاح قانون اساسی در سال ۱۳۶۸، این نهاد به دفتر ریاست‌جمهوری منتقل گردید و در سال ۱۳۷۸ به دفتر همکاری‌های فناوری ریاست‌جمهوری تغییر نام داد تا در راستای پیشبرد فناوری‌های پیشرفته و کمک به توسعه فناوری در کشور حرکت کند. این نهاد نیز ابتدا در سال ۱۳۸۹ کلمه نوآوری را به اسم خود افزود و در سال ۱۳۹۶ به مرکز همکاری‌های تحول و پیشرفت ریاست‌جمهوری تغییر نام داد تا نگاه کلان به مقوله پیشرفت کشور را سرلوحه کار خود کند.

سال ۱۳۷۴ سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی، برنامه مشترکی را با دفتر انتقال فناوری آسیا-اقیانوسیه (APCTT) تشکیل می‌دهد که این نشست شاید نقطه شروع برنامه‌های دانشگاهی در حوزه فناوری گردید. دغدغه اصلی در آن زمان، انتقال فناوری از کشورهای پیشرفته به داخل کشور مطرح می‌گردد. شاید فروپاشی شوروی در سال ۱۳۷۰ و فراهم شدن فرصت فراوان برای انتقال فناوری‌های مختلف از این کشور به داخل ایران، در شکل‌دهی این اهمیت در ذهن دولتمردان بی‌تأثیر نبوده است. پیرو این نشست، سازمان پژوهش‌های علمی صنعتی کشور دوره‌های مدیریت فناوری را در هر دو سطح کارشناسی ارشد و دکترا تدوین کرده و در سال ۱۳۷۸ به تصویب وزارت علوم می‌رساند. در آن زمان، بحث اصلی در مدیریت فناوری پیرامون مباحث مطرح شده توسط طارق خلیل و کتاب معروف مدیریت فناوری وی می‌چرخید که کماکان در میان نسل قدیمی آن دوران طرفداران خاص خود را دارد. اهمیت این کتاب باعث شد که نه تنها سالها به عنوان سرفصل و مرجع اول در کشور مطرح باشد، بلکه دو مترجم مختلف نیز آن را ترجمه نمایند.

از آنجا که راه‌اندازی چنین رشته‌هایی صرفاً در دانشگاه‌ها امکان‌پذیر بود، سازمان پژوهش‌ها نتوانست این رشته را راساً راه‌اندازی کند و چه بسا در رقابت میان دفتر همکاری‌ها با

رهبری مبتنی بر آمایش سرزمینی و نیازهای علمی کشور را در دل خود نداشت.

در باب طرح‌های کلان ملی نیز از سال ۱۳۸۸ که شورای عالی عتف و دبیرخانه آن احیاء شد و طرح‌های کلان ملی را تصویب نمود، معاونت علمی فناوری ریاست‌جمهوری نیز دفتری برای طرح‌های کلان تصویب نمود و به صورت موازی طرح‌ها را بررسی و تصویب می‌کرد. همچنین، ریشه‌های قانون حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان نیز در معاونت علمی پا گرفت، اما در ادامه و زمان ارائه به مجلس، کشمکش‌های فراوان پیرامون محل استقرار آن وجود داشت و در نهایت مجلس شورای اسلامی در سال ۱۳۸۹ مکان آن را در شورای عالی عتف قرار داد. اما لابی‌های گسترده باعث شد در آخرین روزهای دولت، رئیس‌جمهور وقت به عنوان رئیس شورای عالی عتف مکان اجرای این قانون را بر خلاف نص همان قانون، در معاونت علمی فناوری قرار دهد! شکل‌دهی صندوق نوآوری و شکوفایی با سرمایه اولیه ۳۰۰۰ میلیارد تومان (معادل ۳ میلیارد دلار آن زمان)، نیز از بندهای دیگر این قانون بوده است.

باید اذغان کرد که این جدال‌ها، بیشتر تقلا برای کسب قدرت بودند و جامعه دانشگاهی از تولید فکر جدید در این فضا عمدتاً ناتوان بوده است. شاید شکل‌دهی دوره‌های دکتری در تغییر فضا از سمت فناوری به نوآوری موثر بوده است. سه جریان موازی، یعنی دکترای مدیریت فناوری دانشگاه علامه، دکترای سیاست‌گذاری دانشگاه صنعتی شریف و دانشگاه تربیت مدرس، باعث شدند که دانشجویان دکترا ناگزیر از مطالعه و کسب دانش بین‌المللی در این فضا گردند و آنها روز به روز متوجه شدند که مفهوم نوآوری کلیدی‌تر است. لذا تغییرات به سمت نوآوری صورت گرفت چه در اساسنامه‌های سازمانی (نظیر سازمان پژوهش‌ها)، چه در قانون‌های کشوری (نظیر قانون دانش‌بنیان)، چه در اسامی سازمان‌ها (نظیر دفتر همکاری‌ها یا انجمن مدیریت فناوری که نام خود را به انجمن مدیریت فناوری و نوآوری تغییر داد).

ولی کماکان این مشکل وجود دارد که در کشوری که زیرساخت‌های نوآوری برای بنگاه‌ها وجود ندارد و نظام ملی نوآوری آن با مشکلات عدیده‌ای روبروست، بنگاه‌های بزرگ دولتی تمایل خاصی برای نوآوری از خود بروز نمی‌دهند. لذا

در مرکز سیاست علمی کشور برخی صاحب‌نظران، شروع به طرح این ایده کردند که رشته سیاست‌گذاری علم و فناوری، از منطقی مستقل از مدیریت فناوری برخوردار است و لذا تدوین برنامه دکترای سیاست‌گذاری علم و فناوری را در دستور کار قرار دادند که نهایتاً منجر به تصویب آن در سال ۱۳۸۷ در وزارت علوم گردید و دانشگاه تربیت مدرس اولین دانشگاهی بود که شروع به اجرای این برنامه نمود.

هم‌زمان در همین دوران، از سال ۱۳۸۴ شورای عالی انقلاب فرهنگی تصمیم به نقش‌آفرینی بیشتری در فضای علمی پژوهشی کشور گرفت. جریان‌ات مختلفی نیز به رهبری گزارشی از تنوع سازمان‌ها و نهادها در حوزه علم و فناوری داده بودند که باعث شد رهبری نیز با این ایده موافق شوند که باید نهادی فرابخشی به هماهنگی میان این دستگاه‌ها در سطح ریاست‌جمهوری بپردازد. از همین روی، تأسیس نهاد جدیدی با مصوبه شورای عالی انقلاب فرهنگی و تصمیم رئیس‌جمهور وقت در سال ۱۳۸۵ رخ داد و معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری ایجاد شد. شکل‌دهی چنین نهادهایی شاید از تراوشات فکری مدافعان نظریه نهادهای موازی باشد. اما هنوز در درستی این تصمیم تردید وجود دارد که آیا هماهنگی که قبلاً بر عهده شورای عالی عتف قرار داده شده بود، باید مجدداً در ریاست‌جمهوری با تأسیس نهادی موازی پیگیری می‌شد؟ تجربه این مدت نشان داد که این نهاد نه تنها نتوانست نقش بالادستی را ایفاء کند، بلکه بر موازی‌کاری فزاینده نیز افزوده است. از جمله نشانه‌های این موازی‌کاری می‌توان به نقشه جامع علمی کشور، قانون دانش‌بنیان و طرح‌های کلان ملی اشاره نمود. هنگامی که رهبری از حدود سال ۱۳۸۵ بر ضرورت تدوین نقشه جامع علمی تأکید کردند، یک نسخه توسط معاونت علمی فناوری و یک نسخه توسط معاونت پژوهشی وزارت علوم، به صورت موازی تدوین گردید. در نهایت در شورای عالی انقلاب فرهنگی، با اضافه شدن نسخه سومی، جلسات متعددی تشکیل گردید و نسخه نهایی در سال ۱۳۸۹ تصویب شد. این نسخه به عنوان یک سند بالادستی قرار شد برای سایر مجموعه‌ها تلقی گردد و بدلیل اختلافات زیاد بین دستگاهی، ستادی در شورای عالی انقلاب فرهنگی بنام ستاد اجرایی‌سازی نقشه جامع تصویب گردید. طرفه آنکه این نقشه حتی برخی از اولین فرمایشات

- [15] Solow, R. (1956). A contribution to the theory of growth. *Quarterly journal of economics*, 70(1), 65-94.
- [16] 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.
- [17] Nelson, R. R. (1959). The simple economics of basic scientific research. *Journal of political economy*, 67(3), 297-306.
- [18] Arrow, K. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention, the rate and direction of inventive activity. Princeton, Princeton university press.
- [19] Bernal, J. D. (1939). The social function of science. *The Social Function of Science*.
- [20] Bush V. (1945). *Science: the endless frontier*. National Science Foundation.
- [21] Schmookler, J. (1966). *Invention and economic growth*. Cambridge, Harvard university press.
- [22] Rosenberg, N. (1974). Science, innovation and economic growth. *Economic journal*, 84(333), 90-108.
- [23] Mowery, D., and Rosenberg, N. (1979). *Technology and the pursuit of economic growth*. Cambridge, Cambridge university press.
- [24] Freeman, C. (1974). *The Economics of Industrial Innovation*, 1st edn, and 2nd edn., 1982 London. Frances Pinter, Harmondsworth.
- [25] Kline, S. J., & Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth*, 275, 305.
- [26] Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International marketing review*, 11(1), 7-31.
- [27] Nelson, R. R., and Winter, S. (1977). In search of useful theory of innovation. *Research Policy*, 6, 36-76.
- [28] Nelson, R. R., and Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge MA, Belknap press, Harvard University.
- [29] Porter, M. (1985). *Competitive advantage*. New York, Free press.
- [30] Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance*. London, Pinter.
- [31] Lundvall, B. A. (1985). Product innovation and user-producer interaction. *The Learning Economy and the Economics of Hope*, 19.
- [32] Scherer, F. M. (1982). Inter-industry technology flows in the United States. *Research policy*, 11(4), 227-245.
- [33] Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research policy*, 13(6), 343-373.
- [34] Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R. R., Silverberg, G., and Soete, L. (Eds). (1988). *Technical change and economic theory*. New York and London, Pinter Publishers.
- [35] Freeman, C. (1988). Japan: A new national innovation system. *Technology and economy theory*, London: Pinter, 331-348.
- [36] Lundvall, B. A. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to national systems of innovation. *Technical change and economic theory*.
- [37] Nelson, R. R. (1988). Institutions supporting

فضای فناوری و نوآوری در کشور، در فضای واقعی اقتصادی رسوخ نکرده است و در یک بازی کوچک بین برخی سازمان‌های دولتی در حال دست به دست شدن و جابجایی است. این مسئله لزوم دست به کار شدن متفکران کشور را برای درانداختن طرحی نو در این حوزه روز به روز آشکارتر می‌کند، به موازات این که جریان‌ات کوچکی در کشور در جدال بر کسب قدرت ناچیزی در این حوزه در کشور به سر می‌برند. نکته کلیدی این است که هنوز نقش دولت در این فضا در کشور با توجه به مقتضیات و شرایط تعریف نشده است کنشگران مختلف در فضایی بازی می‌کنند که معلوم نیست هر کدام چه نقشی را باید ایفاء نمایند و چرا ...

## References

## منابع

- [1] Maddison, A. (2001). *The World Economy: A Millennial Perspective*. Paris: OECD Development Centre.
- [2] Smith, A. (1776/1904). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. London, Methuen & Co.
- [3] Mill, J. S. (1848). *Principles of political economy*. London: John W. Parker, retrieved.
- [4] Marx, K. (1890). *Das Capital*. The modern Library Edition.
- [5] Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, socialism and democracy*. London, George Allen and Unwin.
- [6] Freeman, C., and Perez, C. (1988). *Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour*. In Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, J., and Soete, L. (eds). pp. 38-66.
- [7] Freeman, C., & Louçã, F. (2001). *As time goes by: from the industrial revolutions to the information revolution*. OUP Oxford.
- [8] Perez, C. (2010). *Technological Revolutions and Techno-economic paradigms*. *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 34, No. 1, pp. 185-202.
- [9] Schumpeter, J. A. (1939). *business cycles*. New York, McGraw Hill.
- [10] Souzanchi Kashani, E., Attarpour, M., Khosh-Sirat, M., Fatemi, A., and Fartash, K., (2019). *The prophet of innovation: Schumpeter and the creative destruction* (Translation). Tehran, Donyaye Eghtesad.
- [11] Perez, C. (1983). *Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems*. *Futures* October, 1983, 357-375.
- [12] Kondratieff, N. (1925). *The ling wave in economic life*. *Review of economic statistics*, 17, 105-115.
- [13] Perez, C. (2002). *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- [14] Solow, R. (1957). *Technical change and the aggregate production function*. *Review of economics and statistics*, 39, 312-320.



capabilities of firms: an introduction. *Industrial and corporate change*, 3(3), 537-556.

[46] Granstrand, O., Patel, P., & Pavitt, K. (1997). Multi-technology corporations: why they have “distributed” rather than “distinctive core” competencies. *California management review*, 39(4), 8-25.

[47] Fagerberg, J., Fosaas, M., & Sapprasert, K. (2012). Innovation: Exploring the knowledge base. *Research policy*, 41(7), 1132-1153

[48] Martin, B. (2012). The evolution of science policy and innovation studies. *Research Policy*, 41, 1219-1232.

[49] Martin, B. R. (2016). Twenty challenges for innovation studies. *Science and Public Policy*, 43(3), 432-450.

[50] Souzanchi, K. E. (2009). Policy gap in science and technology policy analyses: promoting innovation in conflict with technology risk. *Journal of Science and Technology Policy*, 2(1), 27-41. {In Persian}.

[51] Souzanchi Kashani, E., and Babaei, A. (2016). Comparative Analysis of research and technology management organizations: cases from some countries based on narrow perspective to NIS. Defense research agency, Tehran. {In Persian}.

technical change in the United States. *Technical change and economic theory*, 312-329.

[38] Nelson, R. R., & Rosenberg, N. (1993). Technical innovation and national systems. *National innovation systems: A comparative analysis*, 322.

[39] Rosenberg, N. (1990). Why do firms do basic research (with their own money)? *Research Policy*, 19(2), 165-174.

[40] Pavitt, K. (1990). What we know about the strategic management of technology. *California management review*, 32(3), 17-26.

[41] Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, 35(1), 128-152.

[42] Nelson, R. R. (1991). Why do firms differ, and how does it matter?. *Strategic management journal*, 12(S2), 61-74.

[43] Malerba, F. (1992). Learning by firms and incremental technical change. *Economic journal*, 102, 845-859.

[44] Leonard-Barton, D. (1992). Core capabilities and core rigidities: a paradox in managing new product development. *Strategic management journal*, 13, 111-125.

[45] Teece, D. J., and Pissano, G. (1994). The dynamic