

چالشهای پیش روی سیاست‌گذاری علم و فناوری

امرعلی سیف‌الدین اصل

دانشجوی دکتری مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی امیر کبیر و مشاور دفتر همکاریهای فناوری

محمد حسین سلیمی

دانشیار دانشگاه صنعتی امیر کبیر

چکیده:

با پیدایش حوزه‌های جدید فناوری، اقتصاد موسوم به اقتصاد دانشی و تحولات ناشی از جهانی شدن، سیاست‌گذاری علم و فناوری دیگر فرایند ساده‌ای چون اولویت‌گذاری چند فناوری و سپس تاکید روی آنها نیست، بلکه سیستمی پیچیده است که تمام ابعاد جامعه را در بر می‌گیرد. از سوی دیگر چالشهای پیش روی با دو خط سیر متفاوت فشارهای خارجی ناشی از تغییرات و فشارهای داخلی برای تعامل بیشتر و سیاست‌گذاری کارا تر، اقدام در این زمینه را بسی مشکل تر می‌نماید. توجه به چشم‌اندازها و در نظر گرفتن تفاوتها، نیز چالش مهمی است که الگوبرداری از سایر کشورها و دنباله‌روی از آنها را به چالش وا می‌دارد. در این مقاله سعی می‌شود بطور مختصر این چالشها بررسی گردد.

(۱) مقدمه

با آغاز دهه نود میلادی جهان بطور واضح دریافت که نوع جدیدی از اقتصاد در حال ظهور است که پایه‌ها و پارادایم‌هایی متفاوت برای توسعه عرضه کرده است. این اقتصاد که بعداً به اقتصاد مبتنی بر دانش^۱ شهرت یافت، نتیجه تعامل جهانی شدن، فناوری و آزادسازی است. فناوریهای نوظهور^۲ که بر پایه علوم جدید و بین رشته‌ای بوجود آمده‌اند، خوشه‌های صنعتی جدیدی بوجود آورده‌اند که رابطه مستقیم و تنگاتنگی با رشد علمی و تعداد دانشمندان کشورها، دارند و رقابت بین المللی را تحت تاثیر قرار داده‌اند. [۱، ۲]

(۲) چالشهای پیش رو

اگر از تاریخ‌دانان قرن بیست و یک خواسته شود که سه تا پنج اتفاق مهم نیمه دوم قرن بیست را ذکر نمایند به دلایل منطقی موارد زیر را خواهند گفت:

۱- فروپاشی امپراتوری سیاسی و نظام اقتصادی اتحاد جماهیر شوروی

۲- برخاستن ابرقدرت اقتصادی و فناورانه ژاپن و شاید،

۳- فرایند ادغام اقتصادی و سیاسی اروپایی.

^۱ Knowledge-based economy

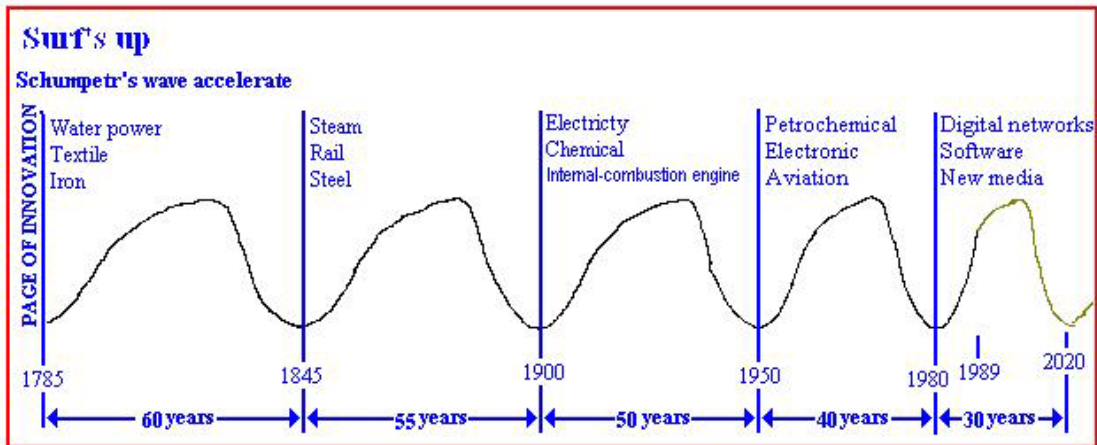
^۲ Emerging technology

و احتمالاً در انتهای لیست، وقایعی از قبیل ظهور کشورهای ثروتمند بر پایه اقتصاد نفت خاورمیانه، یا بی‌ثباتی نظام مالی بین‌الملل و شاید اکتشافات فضایی را خواهد آورد. سه رخداد نخست حاصل روشهای گوناگون تعامل اقتصاد و فناوری بوده است.

از دید تاریخی اهمیت قطعی قرن در سطح کلان داشتن تعامل نزدیک علم، تکنولوژی و اقتصاد است. فارینگتون [۳] با دلایل محکم در مورد عدم آغاز انقلاب صنعتی در یونان باستان نشان می‌دهد که شرط لازم نسبت به زمان حاضر جدائی علم از تکنولوژی و اقتصاد بود و تکنولوژی نیز برای صنعتی شدن محرک ضعیفی بود. [۴] تعاملهای بارور و مهم بین تغییرات تکنولوژیکی و تغییرات اقتصادی طی دوره‌های متوالی گوناگونی در تاریخ بوده است که توسط تاریخ‌دانان اقتصادی و فناوری ثبت شده است. از جمله می‌توان به وایت [۵]، ماتوکس [۶]، یوشر [۷]، لندز [۸]، روزنبرگ، داهمن و دیوید اشاره کرد.

به اعتقاد تئوری اقتصاد موجی، موج ششم نوآوری الگوی کندایف در حال بروز است. به اعتقاد این تئوری که در دهه ۱۹۲۰ توسط اقتصاددان روسی، نیکولای کندایف ارائه گردید و در دهه ۱۹۳۰ شومپتر آن را با نام الگوی کندایف یا موجهای بلند نوآوری معرفی کرد نوآوری فناورانه نیروی اصلی شتاب‌دادن تناوب دورها بوده است. [۹] موج سوم ۱۹۸۰ الون تافلر، مثال دیگری از تئوری موجی القاء‌کننده تغییرات فناورانه و اقتصادی است. نظریه موجی او بر پایه تاریخ انسانی سه پیشرفت بزرگ قرار دارد. تبدیل موج اول که با دوره زراعت حدود ۱۰۰۰۰ سال پیش شروع شد به انقلاب صنعتی در قرن هجدهم بود. مفهوم موج سوم توضیح می‌دهد که جامعه به مرحله جدیدی از تمدن برپایه تکنولوژی و اقتصاد اطلاعات وارد می‌شود. در اینجا نیز دوره هر موج کوتاه تر از قبلی است

Innovation Waves



شکل ۱- موجهای بلند نوآوری

دوره	انقلاب	نیروی پیشران	اندازه اقتصاد	منبع ایجاد ثروت	منابع انسانی
قبل از قرن هجدهم	کشاورزی	نیروی کار	اقتصاد کوچک	زمین	غلام، نیروی کار
قرن هجدهم و نوزدهم	اولین انقلاب صنعتی	موتور بخار	اقتصاد منطقه‌ای	زغال، منابع طبیعی	کارکنان یقه آبی
قرن نوزدهم و بیستم	دومین انقلاب صنعتی	موتور الکتریکی	اقتصاد محلی	نفت، منبع انرژی	کارکنان یقه سفید
قرن بیستم و بیست و یکم	سومین انقلاب صنعتی	موتور اطلاعات	اقتصاد جهانی	دانش	کارکنان دانش

جدول ۱- انقلابهای صنعتی و تاثیرات مختلف اقتصادی و اجتماعی آنها

در دهه گذشته تغییرات اقتصادی در تمام جهان مخصوصاً در کشورهای در حال توسعه سریع بوده است. سیاست‌های محدودکننده، کنترل‌های تجارت و صنعت، سرمایه‌گذاری خارجی و همکاری‌های فن‌آورانه، کنار گذاشته شده است. کشورها یکی پس از دیگری رژیم اقتصادی خود را رقابتی و آزاد می‌کنند و فشارهای جدید رقابتی روی کار آمده است. [۱۰]

رشد اقتصادی جهان بیش از پیش به نوآوری متکی شده است و مطالب و مقالات جدید حکایت از ادامه داشتن این روند دارد. [۱۱] کشورهایی که اقتصاد خود را با نوآوری هماهنگ کرده اند ظهور اقتصادی سریعی یافته‌اند. نوآوری به جریان دانش در پهنه اقتصاد متکی است. چنین جریاناتی هم در بازار و هم در غیربازار نمایان است، به عنوان مثال در سطح خوشه‌های صنعتی، بازار نوظهوری برای دانش به صورت تقاضا برای (آوت سورس کردن) تحقیق و توسعه و وظایف خدماتی در حال افزایش است و مکانیزمهای بازار برای تجاری سازی دانش از طریق ثبت اختراع و مجوز (لیسانس) مهم شده است. [۱۲]

علم، فناوری و نوآوری از مدتها پیش به عنوان پیشران‌های مهم توسعه اقتصادی شناخته شده‌اند. سیاست‌گذاران بطور فزاینده‌ای علاقمند به توسعه سیاست‌هایی برای تضمین تداوم علم، فناوری و نوآوری در جهت پشتیبانی توسعه اقتصادی و ایجاد اشتغال هستند [۱۳] [و توافق جهانی وجود دارد که دانش و نوآوری قدرت رقابتی و برای موفقیت بنگاه‌ها مورد نیاز است. [۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰] برنده جایزه نوبل سایمون کوزنت^۱ به این خاطر این جایزه را گرفت نشان داد «افزایش در موجودی دانش مفید و بسط کاربرد آن در ذات رشد اقتصادی مدرن است.» [۲۱]

با فرصت‌های جدید کنونی، نقش حیاتی فناوری به عنوان پیشران پیشرفت اقتصادی تصدیق شده است. در جدیدترین محصولات افزودن ارزش، اساساً از طریق اجزاء غیرمحسوس شامل فناوری پدید می‌آیند. پیروزی‌ها و توسعه‌های اخیر اقتصادی خیلی از کشورها، از منابع طبیعی آنها بدست نیامده است. کشورهای غنی از منابع طبیعی، مثلاً تولیدکننده نفت لزوماً نیروهای بزرگ اقتصادی نیستند. [۲۲] نوآوری از طریق ایجاد، انتشار و استفاده دانش، پیشران اصلی رشد اقتصادی شده است و بخشی از پاسخ به خیلی از چالشهای جدید اجتماعی را فراهم می‌کند. پیشرفتهای اخیر در تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات، در عملکرد نوآوری برای تغییر اقتصادی مبتنی بر

^۱-Simon Kuznets

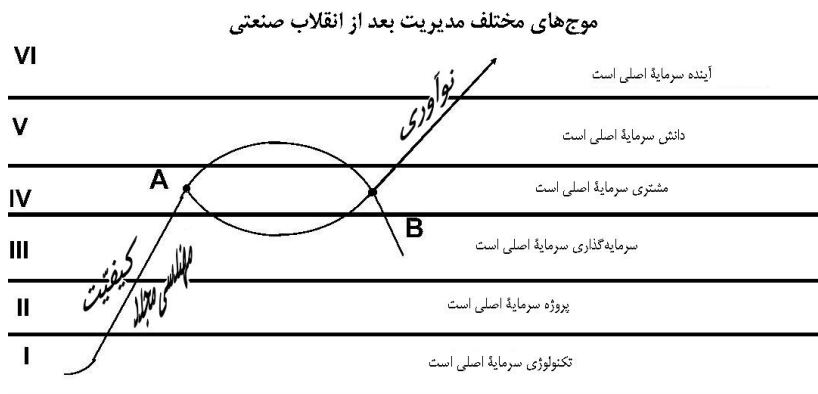
دانش جهانی تعیین کننده بوده است. نوآوری از تعامل‌های فزاینده پیچیده در سطوح محلی، ملی و جهانی میان افراد، بنگاهها و سایر سازمانهای دانشی ناشی می‌شود.

پیشرفت اقتصادی به جریان ثابتی از ایده‌ها و محصولات جدید برای بهبود کیفیت زندگی منتهی و ملزم شده است. دیگر این امر بدیهی است که نوآوری و خلاقیت برای شرکتهای مزیت رقابتی می‌آورد. رشد سرانه اقتصادی کشورها بطور فزاینده‌ای با نوآوری و نه با سرمایه‌گذاری انبوه پیشرانده می‌شود.

اخیراً، مفاهیمی از قبیل اقتصاد مبتنی بر دانایی اقتصاد یادگیرنده، و اقتصاد جدید بطور فزاینده‌ای عمومیت یافته است. اقتصاد مبتنی بر دانش و اقتصاد جدید، به اقتصادی اشاره دارد که کلید ایجاد شغل و استاندارد بالای زندگی مبتنی بر ایده نوآورانه و تولید فناوری، توزیع و استفاده از دانش و اطلاعات نهفته در بخش خدمات و ساخت است. در این الگوهای اقتصادی، سرمایه نامحسوس (تحقیق و توسعه، مارک‌های معروف، مهارت و دانش کارکنان) حداقل به اهمیت سرمایه ملموس است.

آرکیوگی و میکی دلیل آوردند که سیستمهای اقتصادی معاصر دانش برتر از گذشته شده‌اند. تغییرات پیوسته در وضعیت دانش، عدم تعادل جدید و بنابراین فرصتهای جدید سودآوری تولید می‌کند و در سکوی فزاینده‌ای عمل می‌کنند. [۲۳] هنگامیکه فرایند رقابتی فرصتی را حذف می‌کند، تغییرات در جریان دانش فرصتهای دیگری را تولید می‌کند. این امر با دیدگاه رقابت شومپتر یعنی یک فرایند تخریب خلاق، بجای یک شرط تعادل ایستا مطابق است. [۲۴] در نتیجه، تأکید فزاینده‌ای روی اقتصاد مبتنی بر دانش است. این جریان بی‌پایان دانش، بازار را در حرکت دائمی حفظ می‌کند که در اصطلاح بهبود مستمر و نوآوری مستمر است. [۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸]

بنگاههای معینی اطلاعات بیشتری نسبت به دیگران دارند، و تبدیل این اطلاعات به دانش به آنها مزیتی در معلوم کردن ناکارآمدی بازار می‌دهد، و آنها را به موقعیتی بهتر برای نوآوری وارد می‌کند. نوآوری، که کاربرد دانش برای تولید دانش جدید است... نیاز به کوشش منظم (سیستماتیک) و درجه بالای سازماندهی دارد. [۲۹:۱۷۳] در شرکتهای مبتنی بر دانش ارزش افزوده از اعضای سازمان بدست می‌آید. این موضوع با اصطلاح «تئوری جدید رشد» [۳۰] و نگاه مبتنی بر منبع دیده شده است. [۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴] همچنین این موضوع محور اصلی در تئوری بنگاه مبتنی بر دانش است. [۳۵]



شکل ۲- موج‌های مختلف مدیریت

در گذشته سازمانهای سرمایه‌بر، و کاربر دیده‌می‌شوند، اکنون سازمانهای دانش‌بر و خدمت‌بر در حال ظهوراند، یعنی بنگاه‌هایی که درصد بالای نیروی انسانی با کیفیت را استخدام کرده است. [۳۶] بنابراین، در سازمان متعلق به دیروز، منبع اصلی کنترل نسبت به بنگاه خارجی بود؛ یعنی انگاره درونداد-برونداد راهبرد بود در صورتیکه منبع اصلی کنترل و سازمان جدید داخلی است؛ یعنی مبتنی بر منابع و با تاکید بر دارائی نامرئی است. [۳۸، ۳۷:۷]

در دهه ۱۹۸۰ برای شرکت‌های بزرگ، دیدگاه راهبرد مبتنی بر تصمیماتی در خصوص سرمایه‌گذاری، خارج کردن سرمایه و رشد کسب و کار بود. این راهبردها توسط افراد چندی در راس سازمان اجرا و هدایت می‌شد. [۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۳] این راهبردها، ترکیبی از مقیاس اقتصادی، مدیریت بالا به پایین و تخصص‌گرایی بود. [۴۴، ۴۵] چالش آینده، به موارد زیادی چون: سرعت، کیفیت، نوآوری، تمرکز روی مشتری و بهره‌وری، بستگی خواهد داشت و داشتن دانش عامل مهمی برای رقابت‌آمیزی خواهد بود. [۴۶، ۴۷، ۴۸] از این رو سیستمهای یادگیری برای انتقال انواع دانش توسعه یافته است [۱۰۱:۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۲:۷۵، ۵۳، ۵۴، ۵۵] و ترکیب نیروی کار، از کارکنانی که زمینه تربیت سنتی و تجربی دارند به طرف افزایش روزافزون تعداد کارکنان با آموزش عالی پیش می‌رود. [۵۶] اهمیت سرمایه‌انسانی برای عملکرد نوآوری و رقابت برای تحرک دانش ضمنی افزایش یافته و بازار کار نیروی کاملاً ماهر، در موارد زیادی متعادل نیست، و منجر به عرضه نامناسب برای خیلی از بنگاهها خصوصاً در تکنولوژی ارتباطات و اطلاعات شده است. تفاوت‌های مهم در مشوق‌ها و فرصت‌ها و نتایج جریان سرمایه‌انسانی، موضوع تحرک بین‌المللی نیروی انسانی را در مبحث سیاست نوآوری در صدر قرار داده است. [۱۳:۵۷]

رقابت متغیر، تغییر دهنده اصول اساسی برای رقابت هست. [۵۸] شرکتها بطور فزاینده پی می‌برند که از یکسو اساس مزیت رقابتی آنها پایگاه دانش آنها است [۵۹] و از سوی دیگر نوآوری برای پایداری این مزیتها فائق است. نوآوری کاربرد دانش برای تولید دانش جدید است. [۱۷۳:۶۰] از اینرو، استفاده بهتر دانش موجود و اکتساب و ترکیب موثرتر با دانش جدید ضروری می‌شود. [۶۱] بطور

فرایندهای توسعه و مدیریت هوش و مهارت انسانی، بیش از مدیریت و گسترش فیزیکی و سرمایه‌های ثابت، نگرانی مسلط مدیران در شرکتهای موفق خواهد بود. [۶۲:۴۳۹]

مدیران شرکتهای، بطور جدی و حتی بیرحمانه فعالیتهای مختلط و تعداد کارکنان خود را می‌کاهند تا در رقابت متغیری که با آن روبرویند موفق شوند. [۶۳] کلمات شایع « تولید ناب»^۱ [۶۴]، «تیم‌های کارکردی متقاطع»^۲ [۶۵]، «مهندسی مجدد فرایند کسب و کار»^۳ [۶۶]، «شرکت وابسته»^۴ [۶۷]، «شایستگی‌های محوری»^۵ [۶۸]، و غیره است. این امر به کارآفرین‌گرایی [۶۹]، تعریف روش‌تر مسئولیت، سازمانهای چالاک، نزدیک‌تر شدن تصمیم‌گیران به مشتریان و از بین بردن لایه‌های مدیریت منتهی شده است. [۷۱،۷۰] در این گذار با تمرکز روی دانش به عنوان منبع سودمندی برای نوآوری، رشد اقتصادی و بقاء، و بهره‌وری نیروی دانش، طی دهه ۱۹۹۰، مورد توجه فزاینده شده است. اشخاصی که در مورد این موضوع بیش از سایرین بحث کرده‌اند تافلر^۶، ریک^۷، کوین^۸، دراکر^۹، آرکیبورگی^{۱۰} و میکی^{۱۱}، لاندویل^{۱۲}، لاندویل و جانسون^{۱۳}، داوینی^{۱۴}، ناناکا^{۱۵} و تاکوکی^{۱۶}، و لئونارد بارتون^{۱۷} بوده‌اند. [۷۳،۷۲]، [۸۱،۸۰،۷۹،۷۸،۷۷،۷۶،۷۵،۷۴] نوآوری در این مفاد به عنوان قلب بهره‌وری، [۸۳،۸۲] و موقعیت‌یابی شرکتهای در اقتصاد فزاینده بین‌المللی و جهانی شده، دیده خواهد شد. [۸۵،۸۴] در دیدگاه جدید، تغییرات تکنولوژیکی، یادگیری محاوره‌ای، توسعه دانش، یکپارچه‌سازی دانش و کاربرد عملی دانش عناصر کانونی هستند. [۸۹،۸۸، ۸۷،۸۶]

فرایند جاری جهانی شدن مشوق‌هایی را برای بنگاهها در جهت نوآوری کردن و رقابت با درجه بالاتر تخصصی شدن و ارزش افزوده فراهم می‌کند. اما این فرایند با یک همزاد^{۱۸} آشکاری در تباین است: «جهانی شدن شانه به شانه محلی شدن»، جریانات نوآوری مکانهایی را برمی‌گزینند که پیوندهای غنی بین فعالان در فرایند نوآوری دارد. منطقه‌ای در زمینه نوآوری رشد می‌کند که مناطق جغرافیایی و با شرایط ویژه در مجاورتشان ایجاد می‌شود. دره‌ها و کوچه‌های سیلیکون در جهان، وسعت یافتن پدیده مناطق ویژه فرایند نوآوری را تشریح می‌کنند که در انتقال دانش ضمنی و الگوهای همکاری در نوآوری غنی هستند. [۹۰:۱۴]

- 1- lean production
- 2- cross-functional teams
- 3- business process re-engineering
- 4- The Connected Corporation
- 5- business process re-engineering
- 6- Toffler
- 7- Reich
- 8- Quinn
- 9- Drucker
- 10- Archibugi
- 11- Michie
- 12- Lundvall
- 13- Johnson
- 14- D'Aveni
- 15- Nonaka
- 16- Takeuchi
- 17- Leonard-Barton
- 18- Dual

برای مقابله با تغییرات یاد شده و پیچیدگی‌های پیش رو در محیط کسب و کار، عامل ضروری موفقیت یک سازمان قابلیت سازگاری است. کسب و کار باید قادر به مدیریت در سرعت تغییر باشد، و خلاقیت و نوآوری را بکار بگیرد و تماسهای خود با نهادهای مختلف را برای کمک به برطرف کردن محدودیتهای دیدگاه خود گسترش دهد. [۹۲،۹۱] این عمل باعث افزایش حساسیت به تغییر و آوردن یک تجربه مثبت رفتاری در سازمان می‌شود. [۹۳]

عمده پیچیدگی‌های پیش رو عبارتند از [۹۴]:

۱- ماهیت فرایندهای نوآوری مبتنی بر فناوری در حال تغییر است: تولید محصولات شدیداً پیچیده تقاضا برای پژوهش و همجوشی ناهمگن خطوط سیر فناورانه درون و میان رشته‌ای مبتنی بر علم را اجتناب ناپذیر کرده است. الگوهای جدید ارتباط و تعامل ظهور می‌یابند که پژوهشگران، نوآوران، سیاستگذاران، باید آنها را تشخیص و فراگیرند. [۹۶،۹۵]

۲- نوآوری‌های نرم [۹۷] نیز اهمیت در حال رشد دارد. عوامل غیر فنی از قبیل طرح، مدیریت منابع انسانی، مهندسی مجدد کسب و کار، رفتار مصرف‌کننده و تعامل انسان ماشین در موفقیت فرایندهای نوآوری حیاتی است. پیامد این امر به چالش در آمدن توانایی یادگیری همه نقش‌آفرینان در فرایند نوآوری است. [۹۸:۳۱]

۳- دو نکته فوق تجلی خاص چیزی است که گیونز و بقیه گذار از مد ۱ علم به مد ۲ علم خواندند. مد ۱ به حالات سنتی پیشرفتهای علمی تولید دانش اشاره دارد. مد ۲ به فرایندهای تولید دانش که بیشتر با تقاضا برانگیخته و تحت تاثیر قرار می‌گیرند اشاره دارد؛ در این مد، نقش آفرینان زیادی غیر از دانشمندان نیز مهم‌اند و نقش مشخصی دارند. [۹۹]

۴- فشار روی علوم و تکنولوژی و سیستم نوآوری برای کارکرد مؤثرتر با فشار برای کارکرد کارا تر کامل می‌شود. این فشار بار رشد هزینه‌های علم و تکنولوژی پیشرفته می‌شود. [۱۰۰]

۵- در نظام‌های نوآوری ملی و منطقه‌ای تقاضاگرا تر، دانشمندان زیر فشار فزاینده تولید نتایج بر حسب راه‌حلهای واقعی برای مسائل اجتماعی و ایجاد کانتربییوشنهایی برای رقابت‌آمیزی اقتصاد ملی هستند. این پیوندهای مؤثر بین طرفهای عرضه و تقاضای تولید دانش، تقاضای فزاینده برای راهبرد هوشمند و تکاملی را ناگزیر می‌کند.

۶- سیاستگذاران نوآوری مجبور به هماهنگ‌سازی و منظم کردن مداخله‌های خود به گستره در حال افزایش تعداد نقش آفرینان هستند

۷- رشد هزینه علم و تکنولوژی و نیز احتمالاً افزایش تقسیم نیروی کار بین‌المللی در سیستم علم و تکنولوژی شتاب می‌یابد و این دو فشار نیاز به سیاست علم و تکنولوژی شدیداً راهبردی و نه لزوماً متمرکز را افزایش خواهد داد.

۸- در گذار به قرن بیست و یکم نظام‌های ملی نوآوری موجهای شوک انقلابی را تجربه می‌کنند: افزایش جهانی سازی روابط اقتصادی، تقسیمات نهفته کار ملی و منطقه‌ای بین سرمایه‌گذارهای صنعتی، موسسات آموزشی و پژوهشی، و اجرائی و سیاستها، سر درگم کننده است و خیلی از ابزارهای سنتی اعمال سیاست را کم اثر کرده است. [۱۰۱]

با توجه به تحولات و پیچیده گیهای یاد شده، صورتبندی سیاست‌ها آسان نیست و فشار فزاینده‌ای روی سیاستگذاران در موارد زیر وجود دارد:

- افزایش کارآیی و اثربخشی دولت در علم و تکنولوژی؛
- وجود انتخاب‌های مشکل در تخصیص منابع کمیاب برای حمایت مالی علوم و تکنولوژی؛
- کمک به استقرار تقسیم کار در علوم و تکنولوژی مورد قبول برای همه نقش آفرینان درگیر؛
- ادغام برنامه‌های کلاسیک سیاست نوآوری و تکنولوژی با اهداف وسیع‌تر اجتماعی-اقتصادی، از قبیل کاهش بیکاری، تشویق درگیری تمام گروه‌های اجتماعی و همچنین مناطق کمتر حمایت شده؛
- شناسایی، فراگیری و کسب مهارت در افزایش پیچیدگی نظام‌های نوآوری (نقش آفرینان بیشتر، جوانب بیشتر، سطوح بیشتر و غیره)؛
- انطباق با تغییرات قانونی سیاستهای نوآوری در سطوح بین‌المللی، ملی، و منطقه‌ای.

در دو دهه گذشته، کوشش‌های قابل ملاحظه‌ای برای بهبود دروندادها جهت طرح سیاستهای علم، فناوری و نوآوری مؤثر، جریان یافته است. متدولوژی‌هایی نیز برای فرموله کردن این سیاستها توسعه یافته است که سعی در تحلیل رفتار گذشته [۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴]، مرور انتخابهای تکنولوژی آینده [۱۰۵، ۱۰۶]، و ارزیابی و استلزام قبول انتخابهای اصلی [۱۰۷] دارند. ابزار هوشمندی مانند ارزیابی، آینده‌نگاری، بررسی فناوری، مطالعات تطبیقی رقابت‌آمیزی‌های ملی فناورانه، منطقه‌ای و بخشی، متدولوژی‌های محک زنی (بنچ‌مارکینگ) و غیره توسعه یافته و بکار گرفته شده‌اند. سیاست‌گذارها در سطوح منطقه‌ای، ملی، و بین‌المللی همه از این ابزارها سود برده و نتایج آنها را برای بهره‌برداری در سیاست‌های جدید بکار گرفته‌اند. اکنون هم برای سیاست‌گذاران و هم تحلیلگران درگیر در توسعه و استفاده از ابزارهای هوشمند تدوین راهبرد، بطور فزاینده‌ای نیاز به بهبود ابزارهایی وجود دارد که انعطاف پذیرتر و هوشمندتر در کاربرد باشند تا با ترکیب آنها بتوان نیازهای چندگانه سیاستگذاران حوزه نوآوری را پاسخ داد. ه و استراتژی‌های مناسبی برای تخصیص منابع با هدف حداکثر کردن خروجی تحقیقات [۱۰۸] و سایر خروجی‌های اقتصادی و اجتماعی تدوین شود.

مشخص کردن این سیاستها ساده نیست. تحلیلگران، دیگر حوزه مدلهای ساده‌گرایانه را که نحوه کار نوآوری و فرایند کار نوآوری را نشان می‌داد، رها کرده‌اند. بطور فزاینده‌ای مشخص شده است که پویایی‌های نظام نوآوری برای درک، پیچیده و مشکل هستند. [۱۰۹] رویکرد نظام نوآوری مهم‌ترین رویکردی است که در حوزه سیاست‌گذاری علم و فناوری مطرح شده است، این

رویکرد، میان‌رشته‌ای است و از هر فرضی در مورد عوامل مستقل اجتناب می‌کند، این امر دیدگاه سیستمی را منعکس می‌کند و روی دورهای خوب و باطل^۱ یا هماهنگ و ناهماهنگ بین عناصر و زیر سیستم‌ها تأکید دارد. [۱۱۰:۱۳]

نتیجه‌گیری

در میان سیاستگذاران حوزه علم و فناوری نظام جمهوری اسلامی ایران، هم‌اکنون مشکلات و چالشهای سیاستگذاری فوق‌با توجه به نقص ابزارهای موجود شدیدتر جلوه می‌کند. با توجه به چشم‌اندازهای بیست‌ساله و اهداف موجود در آن لزوم طرح دیدگاه و رویکرد ویژه به همراه طراحی مفهومی و طراحی ابزار مناسب سیاستگذاری در این حوزه ضروری است. این دیدگاه باید برخاسته از مکتب فلسفی و اقتصادی جامعه و منطبق با باورهای ملی و دینی باشد.

¹ - virtuous and vicious circles

- 1- سلیمی محمد حسین، سیف الدین امرعلی، ۱۳۸۰، اولویتها در سیاستگذاری علم و فناوری، نظریه علمی پژوهشی دانشگاه صنعتی شریف
- 2- سیف الدین امرعلی، ۱۳۷۹، چرایی سیاستهای علم و فناوری، اولین همایش علم، فناوری، آینده
- 3 - Farrington, B. (1965), *Greek Science*. Penguin Books. [34] Finley, M.I. (1965), "Technical Innovation and Economic Progress in the Ancient World", *Economic History Review*, 2nd ser., Vol. XVIII, No.1, August, pp. 29-45.
- 4 - Foray, D. and Freeman, C. eds. (1993), *Technology and the Wealth of Nations*. London: Pinter Publishers.
- 5 - White, L. (1962), *Medieval Technology and Social Change*. Oxford: Oxford University Press.
- 6 - Mansfield, E. and Romeo, A. et al. (1982), *Technology Transfer, Productivity and Economic Policy*. New York: Norton and Co.
- 7 - Usher, A.P. (1929), *A History of Mechanical Inventions*. New York: McGraw Hill.
- 8 - Landes, M. (1969), *The Unbound Prometheus: Technological and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present*. Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.
- 9-Salimi M., Seifoddin, S., the necessity for creating Islamic technology network.1st ...
- 10 - Munich, Nuremberg, Aachen, 2001, Intellectual Property Technology Management And Economic Aspects, Germany, organized by WIPO, CDG & GPTO
- 11 - OECD (2000), "Innovation and Economic Performance", internal working document, 0.OECD.
- 12 - OECD (2002), "Dynamising National Innovation Systems", OECD Paris.
- 13 - Kuhlmann s., et al. (1999), Improving Distributed Intelligence in Complex Innovation Systems, Final report of the Advanced Science & Technology Policy Planning Network (ASTPP)
- 14- Nonaka, K. (1991). The knowledge creating company. *Harvard Business Review*.
- 15 - Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The knowledge creating company. Oxford: Oxford University Press.
- 16 - European Commission (1995). Green paper on innovation. Brussel.
- 17 - Fruin, W.M. (1997). *Knowledge works: Managing intellectual capital at Toshiba*. Oxford: Oxford University Press.
- 18 - Thurow, L.C. (1996). *The future of capitalism*. London: Nicolas Brealey publishing.
- 19 - Stewart, T.A. (1997). *Intellectual capital: The new wealth of organizations*. London: Doubleday.
- 20 - Sveiby, K.E. (1997). *The new organizational wealth: Managing and measuring knowledge-based assets*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- 21- Kuznets, S. (1966). *Modern economic growth: Rate, structure, spread*. New Haven: Yale University Press.
- 22- سیف الدین امرعلی، ۱۳۷۹، نقش تکنولوژی در رسیدن به جایگاه مناسب تقسیم جهانی کار، اولین همایش علم، فناوری، آینده
- 23 - Jacobsen, R. (1992). The austian school of strategy. *Academy of Management Review*, 17 (4), 782-807.
- 24- Mahoney, J.T., & Pandian, J.R. (1992). The resource-based view within the conversation of strategic managemnt. *Strategic Management Journal*, 13, 363-380.
- 25- Quinn, J.B. (1992). *Intelligent enterprise*. New York: The Free Press.
- 26 - Drucker, P.F. (1993). *Post-capitalist Society*. New York: Butterworth Heineman.
- 27 - Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The knowledge creating company. Oxford: Oxford University Press.
- 28 - Leonard-Barton, D.L. (1995). *ellsprings of knowledge: Building and sustaining the sources of innovation*. Boston, MA: Harvard Business School Press.

-
- 29 – Drucker, P.F. (1993). *Post-capitalist Society*. New York: Butterworth Heineman.
- 30 – Scott, M.F. (1989). *A new view of economic growth*. Oxford: Clarendon Press.
- 31– Reed, R., & DeFillippi, R. (1990). Causal ambiguity, barriers to imitation, and sustainable competitive advantage. *Academy of Management Review*, 15, 88–102.
- 32 – Barney, J.B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17 (1), 99–120.
- 33 – Black, J.A., & Boal, K.B. (1994). Strategic resources: Traits, configurations and paths to sustainable competitive advantage. *Strategic Management Journal*. 15 (summer special issue), 131–148.
- 34 Collis, D.C., & Montgomery, C.A. (1995). Competing on resources: Strategy in the 1990's. *Harvard Business Review*, 73, 118–128.
- 35 – Grant, R.M. (1996). Prospering in dynamically competitive environments: Organizational capability as knowledge integration. *Organizational Science*, 7 (4), 375–387.
- 36 – Fruin, W.M. (1997). *Knowledge works: Managing intellectual capital at Toshiba*. Oxford: Oxford University Press.
- 37 – Prahalad, C.K., & Hamel, G. (1994). Strategy as a field of study: Why search for a new paradigm. *Strategic Management Journal*, 15 (Summer special issue), 5–16.
- 38 – Prahalad, C.K., & Hamel, G. (1996). Competing in the new economy: Managing out of bounds. *Strategic Management Journal*, 15, 237–242.
- 39– Mintzberg, H. (1978). Patterns in strategy formation. *Management Science*, 24 (9), 934–948.
- 40 – Mintzberg, H. (1983). *Structures in fives: Designing effective organizations*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- 41 – Mintzberg, H. (1987). Crafting strategy. *Harvard Business Review*, 64, 66–75.
- 42 – Mintzberg, H. (1989). *Mintzberg on management*. New York: The Free Press.
- 43 – Ackoff, R.L. (1981). *Creating the corporate future*. New York: Wiley.
- 44 – Mintzberg, H. (1979). *The structuring of organizations*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- 45 – Thurow, L.C. (1996). *The future of capitalism*. London: Nicolas Brealey publishing.
- 46– Sveiby, K.E. (1997). *The new organizational wealth: Managing and measuring knowledge-based assets*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- 47 – Stewart, T.A. (1997). *Intellectual capital: The new wealth of organizations*. London: Doubleday.
- 48 – Stehr, N. (1994). *Knowledge societies*. London: Sage.
- 49 – Elam, M. 1993. *Innovation as The Craft of Combination: Perspectives on Technology and Economy in The Spirit of Schumpeter*. Linköping: Linköping University.
- 50– Teece, D.J. (1986). Profiting from technological innovation: Implication for integration, collaboration, licensing and public policy. I D.J. Teece (red.) *The competitive challenge: Strategies for industrial innovation and renewal*. Cambridge, MA: Ballinger.
- 51 – Teece, D.J. (1988). The nature and the structure of firms. I.G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg & L. Soete (red.).

Technical change and economic theory, London: Pinter.

- 52- Tusman, M., & Nadler, D. (1986). Organizing for innovation. *California Management Review*, 28 (3), 74–92.
- 53 – Nonaka, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organizational Science*, 5 (1), 14–37.
- 54 Polanyi, M. (1958). *Personal knowledge, personal knowledge*. London: Routledge & Kegan Paul.
- 55 – Polanyi, M. (1962). Knowledge and being. New York: Routledge.
- 56 – Quinn, J.B, Anderson, P., & Finkelstein, S. (1996). Leveraging intellect, *Academy of Management Executives*, 10 (3) 7–27.
- 57 – OECD (2002), "Dynamising National Innovation Systems", OECD Paris.
- 58 – D’Aveni, R. (1994). *Hypercompetition: Managing the dynamics of strategic maneuvering*. New York: The Free Press.
- 59 – Sveiby, K.E. (1997). *The new organizational wealth: Managing and measuring knowledge-based assets*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- 60 – Drucker, P.F. (1993). *Post-capitalist Society*. New York: Butterworth Heineman.
- 61 – Thurow, L.C. (1996). *The future of capitalism*. London: Nicolas Brealey publishing.
- 62 – Quinn, J.B. (1992). *Intelligent enterprise*. New York: The Free Press.
- 63 – Johannessen, J., Olsen, B., Olaisen, J., (1999). *Aspects of innovation theory based on knowledge-management..* International Journal of Information Management 19,pp 121–139
- 64 – Womack, J.P., Jones, D.T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. New York: Rawson.
- 65 – Parker, G.M. (1994). *Cross-functional teams*. New York: Jossey Bass.
- 66 – Hammer, M., & Champy, J (1993). *Reengineering the corporation*. New York: Harper Business.
- 67- Lewis, J.D. (1995). *The connected corporation*. New York: The Free Press.
- 68 – Hamel, G., & Prahalad, L.K. (1994). *Competing for the future*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- 69 – Peters, T. (1987). *Thriving on chaos*. New York: Alfred A. Knoph.
- 70 – Schaaf, D. (1995). *Keeping the edge*. New York: Penguin Books.
- 71 – Prahalad, C.K., & Hamel, G. (1994). Strategy as a field of study: Why search for a new paradigm. *Strategic Management Journal*, 15 (Summer special issue), 5–16.
- 72 – Toßer, A. (1990). *Powershift: Knowledge, wealth and violence at the Edge of the 21st. Century*. New York: Bantam Books.
- 73 – Reich, R.B. (1991). *The work of nations*. New York: Alfred A. Knop.
- 74 – Quinn, J.B. (1992). *Intelligent enterprise*. New York: The Free Press.
- 75 – Drucker, P.F. (1993). *Post-capitalist Society*. New York: Butterworth Heineman.
- 76 – Archibugi, D., & Michie, J. (1995). Technology and innovation: An introduction. *Cambridge Journal of Economics*, 19, 1–4.
- 77 – Lundvall, B.As . (Ed.) (1992). *National systems of innovation*. London: Pinter.
- 78 – Lundvall, B.A_ , & Johnson, B. (1994). The learning economy. *Journal of Industry Studies*, 1 (2) 23–42.
- 79 – D’Aveni, R. (1994). *Hypercompetition: Managing the dynamics of strategic maneuvering*. New York: The Free Press.
- 80 – Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge creating company*. Oxford: Oxford University Press.

-
- 81 – Leonard-Barton, D.L. (1995). *Wellsprings of knowledge: Building and sustaining the sources of innovation*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- 82 – Fruin, W.M. (1997). *Knowledge works: Managing intellectual capital at Toshiba*. Oxford: Oxford University Press.
- 83 – Solow, R.M. (1997). *Learning from learning by doing: Lessons for economic growth*. Stanford, California: Stanford University Press.
- 84 – Freeman, C. (1995). The national system of innovation in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19, 5–24.
- 85 – Landabaso, M. (1995). The promotion of innovation in regional community policy: Lessons and proposals for a regional innovation strategy. *Paper presented “International Workshop on Regional Science and Technology Policy Research*, Himeji, Japan, 13–16 February.
- 86– Grant, R.M. (1996). Prospering in dynamically competitive environments: Organizational capability as knowledge integration. *Organizational Science*, 7 (4), 375–387.
- 87 – Fruin, W.M. (1997). *Knowledge works: Managing intellectual capital at Toshiba*. Oxford: Oxford University Press.
- 88 – Stewart, T.A. (1997). *Intellectual capital: The new wealth of organizations*. London: Doubleday.
- 89 – Sveiby, K.E. (1997). *The new organizational wealth: Managing and measuring knowledge-based assets*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- 90 – OECD (2000), “Innovation and Economic Performance”, internal working document, 0.OECD.
- 91– Brynjolfsson, E. (1994). Technologys true payoff. *Informationweek*, 10, 34–36.
- 92 – Brynjolfsson, E., & Hitt, L. (1996). Paradox Lost? Firmlevel evidence on the returns to information system spending. *Management Science*, 42 (4), 541–558.
- 93– Ackoff, R.L. (1981). *Creating the corporate future*. New York: Wiley.
- 94 – Lundvall, B.-Å. / Borrás, S. (1998): The globalising learning economy: Implications for innovation policy, Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities) (Targeted Socio-Economic Research).
- 95 – Grupp, H. (ed.) (1992): *Dynamics of Science-Based Innovation*, Berlin et a. (Springer)
- 96– Kodama, F. (1995): *Emerging Patterns of Innovation. Sources of Japan’s Technological Edge*, Boston (Harvard Business School Press).
- 97 – Den Hertog, P. / Bilderbeek, R. / Maltha, S. (1997): Intangibles. The soft side of innovation. In: *Futures*, Vol. 29, No.1, 33-45.
- 98 – Lundvall, B.-Å. / Borrás, S. (1998): The globalising learning economy: Implications for innovation policy, Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities) (Targeted Socio-Economic Research).
- 99 – Gibbons, M et al. (1994) *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage Publications.
- 100 – Rip, A. / van der Meulen, B. (1997): The post modern research system, in: Barré, R. / Gibbons, M. / Maddox, J. / Martin, B. / Papon, P. (eds.): *Science in Tomorrow's Europe*, Paris (Economica International), 51-67.
- 101 – Porter, M. (1990): *The Competitive Advantage of Nations*, London (Macmillan).
- 102 – Georghiou, L. (1995), Research evaluation in European National Science and Technology Systems. In: *Research evaluation*, Vol. 5, No. 1, 3-10
- 103 – Callon M. , P. Laredo , Mustar, P. 1997, *The Strategic Management of Research and Technology*, Paris (Economica International).
- 104 – OECD (ed.), 1997, *Policy Evaluation in Innovation and Technology. Towards Best Practices*, Paris (OECD)
- 105 –Martin, B., 1995, *Foresight in Science and Technology, Technology Analysis & Strategic Management*

vol. 7, no. 2, 140

106 – Grupp, H. 1998 (ed.), *Technological Forecasting & Social Change*; Special Issue on Recent National Foresight Activities, Vol. 57.

107 – Rip, A., Misa, Th.J., Schot, J. (eds.) (1995), *Managing Technology in Society. The Approach of Constructive Technology Assessment*, London/New York

108 – Namsung Ahn (1999), " A System Dynamics Model of a large R&D program" PhD Thesis, nuclear engineering department Massachusetts Institute of Technology.

109 – Lundvall, B.-Å. / Borrás, S. (1998): *The globalising learning economy: Implications for innovation policy*, Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities) (Targeted Socio-Economic Research).

110 – Lundvall, B.A. 1997. *National Systems and National Styles of Innovation*. Paper presented at the Fourth International ASEAT Conference "Differences in 'styles' of technological innovation. Manchester.