

## تبیین نظام‌مند توانمندی نوآوری در سطح

### ملی

---

■ سعید شجاعی<sup>+</sup>\*

مرکز همکاری‌های فناوری و نوآوری ریاست جمهوری

■ علی بی‌تعب

گروه مدیریت فناوری اطلاعات دانشکده مدیریت و  
اقتصاد

■ سید سعید منجم‌زاده

معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

---

### چکیده

ارزیابی توان نوآوری در سطح ملی مقدمه سیاست‌گذاری در این حوزه است. به همین دلیل تاکنون مطالعات گسترده‌ای در این حوزه انجام گرفته و مدل‌های مختلفی نیز برای آن ارائه شده است. مقاله حاضر تلاش دارد تا با مروری بر مدل‌های ارائه شده در دنیا و همچنین اقدامات صورت گرفته در داخل کشور، اقدام به ارائه مدلی بومی برای ارزیابی توان نوآوری ج.ا. ایران نماید. بر این اساس، ابتدا تعدادی از مدل‌های ارائه شده - با تأکید بر مدل‌های ارائه شده برای کشورهای در حال توسعه - مورد بررسی قرار گرفته است. مقایسه بین مدل‌ها نشان می‌دهد که برخی از آنها تمام مولفه‌های تاثیرگذار در نوآوری را برای ارزیابی مورد بررسی قرار نداده‌اند؛ بنابراین مدل آنها نمی‌تواند به صورت نظام‌مند مولفه‌های تاثیرگذار نوآوری در سطح ملی را مورد ارزیابی قرار دهد. از این رو، مقاله حاضر با مروری بر رویکردهای مختلف، جمع‌بندی نقاط ضعف و قوت آنها و همچنین در نظر گرفتن ملاحظات بومی کشور - که نشأت گرفته از ویژگی‌های اقتصادی، سیاسی و اجتماعی ج.ا. ایران است - چارچوب مفهومی نظام‌مندی برای ارزیابی توان نوآوری ارائه داده است. از آنجا که سعی بر ارائه مدلی نظام‌مند بوده است، مولفه‌های نوآوری به صورت کلی در چهار دسته مولفه‌های ورودی، مولفه‌های خروجی، مولفه‌های فرایندی و مولفه‌های محیطی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. در ارائه چارچوب پیشنهادی سعی شده است تصویر روشنی از نقاط ضعف و قوت نظام نوآوری برای سیاست‌گذار ایجاد شود.

**واژگان کلیدی:** ارزیابی نوآوری در سطح ملی، ارزیابی علم و فناوری، نظام ملی نوآوری، شاخص‌های بومی علم و فناوری.

---

\* عهده دار مکاتبات

+ شماره نمابر: 021-88801029 و آدرس پست الکترونیکی سازمانی: [Sa.Shojaei@gmail.com](mailto:Sa.Shojaei@gmail.com)

## 1- مقدمه

گسترده‌ای بر 20 فناوری تسلیحاتی توسعه یافته در 8 سال گذشته، این‌طور نتیجه‌گیری نمود که تنها 0/3% از نوآوری‌ها نتیجه پژوهش‌های بنیادی غیرهدفمند بوده است. به‌طور همزمان، بنیاد ملی علوم آمریکا<sup>3</sup> با ارائه گزارشی مدعی شد که 70% از نوآوری‌های تأثیرگذار در دهه‌های 50 و 60 میلادی برآمده از فشار علم و نتایج سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه بوده‌اند. بنابراین با توجه به مشاهده نقیصه‌هایی در دیدگاه‌های مطرح شده در فشار علم، این تفکر نیز مورد حمایت قرار گرفت که ایده‌های منجر به رفع معضلات موجود، برآمده از بازار (طرف تقاضا) است. بنابراین می‌توان (علائق موجود در) بازار را عامل اصلی توضیح دهنده نوآوری دانست. در این گروه از نظریه‌های نوآوری، علیرغم این‌که نتایج تحقیقات عامل ایجاد تحول برشمرده می‌شود اما ریشه موفقیت و به ثمر نشستن آن به طرف تقاضا نسبت داده شده است [3].

یکی از مطالعات منتشر شده توسط وزارت بازرگانی و تجارت ایالات متحده در سال 1967، به کمک آمار نشان داد که تنها 10 درصد از هزینه‌های نوآوری مربوط به تحقیقات است [4]. پس از ارائه گزارش مذکور، برخی از صاحب‌نظران حوزه نوآوری با اتکا به این گزارش و گزارش‌های مشابه ادعا نمودند که تحقیقات به تنهایی توضیح دهنده فرایند نوآوری نیست. پس از آن و در دهه میلادی افرادی همچون فریمن و کلاین با وارد آوردن انتقاداتی بر الگوی خطی، الگوی دیگری به نام الگوی تعاملی زنجیره‌ای<sup>4</sup> را مطرح نمودند که در آن علاوه بر تأکید بر غیرخطی بودن فرایند نوآوری، کشش تقاضا<sup>5</sup> نیز، در کنار فشار علم/ فناوری<sup>6</sup>، به عنوان یکی از اصلی‌ترین نیرو محرکه‌های نوآوری مطرح گردید [5 و 6]. در این دیدگاه، نوآوری حاصل برهم کنش و تعامل حلقه‌های یک فرایند است که در آن علاوه بر نیاز به سرمایه‌های ملموس، اهمیت نیاز به سرمایه‌های غیر ملموس (اطلاعات بازار، ارتباط با تأمین‌کنندگان و مشتریان و ...) نیز مورد تأکید قرار می‌گیرد [7].

نگرش نظام‌مند (سیستمی) به فرایند نوآوری و عوامل تعیین‌کننده آن، الگوی دیگری بود که در اواخر دهه 80 و اوایل دهه 90 میلادی توسط برخی از صاحب‌نظران سیاستگذاری علم، فناوری و نوآوری از قبیل فریمن [8]، لاندوال [9] و نلسون [10] مطرح شده و منجر به شکل‌گیری نظریه نظام ملی نوآوری

ارزیابی توان نوآوری در سطح ملی از جمله اقدامات بسیار مهمی است که اغلب کشورهای توسعه یافته و یا در حال توسعه بدان اهتمام دارند. با ظهور نشانه‌هایی از اقتصاد مبتنی بر دانش، مفاهیم نوآوری به صورت جدی مورد توجه قرار گرفته و کشورهای پیشرفته به دنبال مدل‌هایی بودند که فرایند نوآوری در سطح ملی را تشریح کرده و بر مبنای آن ارزیابی مناسبی را از میزان نوآوری در سطح ملی انجام دهد. هدف از نگارش این مقاله، ارائه مدلی جامع و تصویری مناسب از فرایند نوآوری و عوامل موثر بر آن در سطح ملی است تا نقاط ضعف و قوت نظام نوآوری در ج.ا. ایران را نشان دهد و زمینه برای رفع نقاط ضعف آن و افزایش توان نوآوری در سطح ملی فراهم گردد.

بر این اساس ابتدا تاریخچه‌ای از نحوه شکل‌گیری و بلوغ مفهوم نوآوری در سطح ملی ارائه گردیده و سپس مدل‌های مختلفی که برای ارزیابی توان نوآوری در سطح ملی ارائه شده است، مورد نقد و بررسی قرار می‌گیرد. از آنجا که کشور ایران از نظر ساختارهای نوآوری و اقتصادی جزء کشورهای در حال توسعه است، مقاله حاضر مدل‌های توسعه داده شده برای این کشورها را بیشتر مورد بررسی قرار می‌دهد. پس از آن فعالیت‌های انجام شده تاکنون برای ارزیابی نوآوری در کشور به صورت مختصر مورد بررسی قرار می‌گیرد. در نهایت با در نظر گرفتن نقاط ضعف و قوت مدل‌های بررسی شده و با توجه به ملاحظات بومی کشور ایران، سعی می‌گردد چارچوب مفهومی مناسبی برای ارزیابی توان نوآوری در کشور فراهم شود.

## 2- مرور ادبیات نوآوری در سطح ملی

الگوهای ابتدایی ارائه شده برای تبیین نوآوری، الگوهای خطی بودند که در ابتدا انباشت علم را عامل توسعه فناوری و فناوری را دلیل اصلی توضیح دهنده نوآوری می‌دانستند. در این نگاه، فشار علم به عنوان نیروی محرکه نوآوری مطرح گردید [1]. یکی از پیشگامان طرح این الگو، با بهره‌گیری از آمار نوآوری ملی در انگلستان، ادعا نمود که میزان و شدت نوآوری ملی، ارتباط مستقیمی با فعالیت‌های تحقیق و توسعه دارد. همچنین بوش<sup>1</sup> در گزارشی به عنوان مشاور رئیس جمهور ایالات متحده، چنین دیدگاهی را مطرح و از آن دفاع نمود [2].

در اواسط دهه 60، وزارت دفاع آمریکا<sup>2</sup> با انجام مطالعه نسبتاً

3 National Science Foundation

4 Interactive Chan-Linked

5 Demand Pull

6 Science/Technology Push

1 Bush

2 Department of defense

ایجاد مزیت رقابتی می‌کنند [12]. بنابراین، بهره‌وری کل معادل با مجموع بهره‌وری تک‌تک عوامل نیست، بلکه معادل با "بهره-وری سامانمند روابط" است. به عبارت دیگر، بهره‌وری بنگاه‌ها و سایر بازیگران با اندازه‌گیری کمیت (تعداد) و کیفیت (شدت و عمق) تعاملات و ارتباطات آنها (با تأمین‌کنندگان، مصرف‌کنندگان، همکاران، نهادهای تأمین مالی و ...) تعیین می‌شود.

### 3- مرور مدل‌های بین‌المللی ارزیابی توان نوآوری

مدل‌های مختلفی برای ارزیابی توان نوآوری کشورها و مقایسه بین آنها تدوین و مورد استفاده قرار گرفته است. این مدل‌ها با در نظر داشتن مفهوم نظام ملی نوآوری، سعی داشته‌اند عوامل و مولفه‌های تاثیرگذار بر نوآوری یک کشور را مد نظر قرار داده و از طریق شاخص‌های کمی اقدام به ارزیابی آن مولفه‌ها نمایند. از آنجا که در نهایت هدف از این مدل‌ها رتبه‌بندی کشورهای مختلف بوده است؛ لذا سعی بر این بوده که در انتخاب ابعاد و مولفه‌های موثر در نوآوری و همچنین انتخاب شاخص‌های مربوطه، محدودیت‌های موجود در دسترسی به آمار را مدنظر قرار دهند. مقایسه مدل‌های ارائه شده به خوبی نشان می‌دهد که این مدل‌ها متناسب با ساختار کشورهای هدف تدوین شده‌اند و لذا برداشت یکسانی از قابلیت ملی نوآوری ندارند. برای مثال مدل‌های استفاده شده برای کشورهای پیشرفته تفاوت‌های بیشتری با مدل‌های استفاده شده برای کشورهای در حال توسعه دارند. در ادامه برخی از مدل‌های متداول برای ارزیابی قابلیت نوآوری در سطح ملی تبیین و مورد بررسی قرار می‌گیرد.

#### 3-1- نمایه دستیابی به فناوری (برنامه توسعه ملل متحد)<sup>8</sup> [13، 14 و 15]

اولین مدلی که مورد بررسی قرار می‌گیرد "نمایه دستیابی به فناوری" است که در گزارش توسعه انسانی برنامه توسعه ملل متحد گزارش شده است. در این مدل، نویسنده برای رتبه بندی کشورها در سطح دستیابی به فناوری، چهار مولفه را مدنظر قرار داده است.

الف- تولید فناوری (اندازه‌گیری بر اساس میزان ثبت اختراعات ملی و میزان درآمد حاصل از فروش حق اختراع و حق پروانه بهره برداری)

ب- نفوذ فناوری‌های جدید (اندازه‌گیری براساس میزان کاربران اینترنت و میزان صادرات محصولات با فناوری متوسط و بالا)

گردید. بدین ترتیب که فریمن با تحلیلی تاریخی و نظری، نوآوری ژاپن را با نگرش سامانمند در سطح ملی بررسی نمود و نتیجه گرفت که زیر سیستم‌هایی مانند سازمان‌های تحقیق و توسعه، بنگاه‌های صنعتی و سازمان‌های دولتی در رابطه متقابل با یکدیگر در یک چارچوب نهادی-سازمانی در سطح ملی، موجب توسعه فناوری می‌شوند [8]. نلسون نیز مطالعاتی را در رابطه با سیستم ملی نوآوری آمریکا و چندین کشور دیگر به انجام رساند و با تمرکز بر نقش بنگاه‌های خصوصی، دولتی و دانشگاه‌ها در تولید فناوری جدید اقدام به شناخت و تعریف جایگاه هر یک از این نهادها در فرایند نوآوری نمود [10]. لاندوال، مفهوم نظام ملی نوآوری را بر مبنای تولید، یادگیری و انباشت دانش تعریف کرده و بیان داشته که در اقتصاد نوین و پویا، دانش اساسی‌ترین منبع و یادگیری یک فرایند بسیار مهم است. در این رابطه کمک‌های دولت در حمایت از فرآیندهای یادگیری ملی بوده و بنگاه‌ها نیز در راستای ارتقای سطح یادگیری در جستجوی پیوندهایی با سایر بنگاه‌ها و مراکز "علمی-تحقیقاتی" در درون شبکه‌های دانشی هستند [9]. این رویکرد، برخلاف رویکردهای خطی، نوآوری را حاصل تعامل پیچیده بین بازیگران و نهادهای مختلف می‌پندارد که از طریق حلقه‌های بازخورد و طی یک فرایند یادگیری میسر است. در مرکز این نظام بنگاه‌ها قرار دارند که روش‌هایی را برای سازماندهی تولید و نوآوری بکار می‌گیرند.

پس از آن در دهه 90 میلادی، متخصصین حوزه نوآوری، در تلاش برای شناسایی مکانیزم‌های پیچیده‌ای بودند که طی آن دانش ایجاد شده در دانشگاه به بنگاه‌های صنعتی راه یافته و موجبات توانمندی آنها را فراهم می‌نماید. براین اساس ابتدا بحث ارتباط صنعت و دانشگاه و سپس مدل "دولت-صنعت-دانشگاه" و سپس چارچوب جامع‌تر آن یعنی "نهاد علمی-دولت-جامعه" مطرح گردید [11]. بنابراین می‌توان گفت که مدل مذکور با نگرش تکاملی اقدام به ترسیم یک چارچوب دینامیک و در حال تغییر از نهادهای مختلف نموده که با تشکیل نهادهای جدید در درون هر یک، که خود ناشی از تعامل با دیگری است، می‌تواند با بازتعریف کارکردها و نقش خود بر سایر نهادها نیز تأثیر بگذارد. در این دیدگاه با اشاره به این مهم که در شرایط رقابتی کنونی، دیگر دسترسی به ابزارهای فنی به عنوان یک مزیت رقابتی جدی به حساب نمی‌آید، ادعا می‌کنند که دسترسی‌های ارتباطی و شبکه‌های همکاری<sup>7</sup> هستند که برای بنگاه‌ها و سایر بازیگران

3-4- مدل ظرفیت ملی نوآوری<sup>۱۱</sup> [19]

مدل "ظرفیت ملی نوآوری" در سال 2002 توسط پورتر و استرن تدوین شده و مدلی مناسب برای ارزیابی توان ملی نوآوری کشورهای پیشرفته است. در این مدل توان ملی نوآوری در قالب سه مولفه اصلی که هر کدام مشتمل بر شاخص‌هایی است، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در ادامه مولفه‌های مدنظر این مدل بیان شده است.

الف- زیرساخت‌های عمومی نوآوری: این مولفه به صورت کلی سعی دارد فضای عمومی نوآوری را نشان دهد. شاخص‌های ارائه شده سعی دارد میزان منابع مالی و انسانی و همچنین کیفیت سیاستگذاری در سطح ملی را نشان دهد (اندازه‌گیری بر مبنای میزان نیروی انسانی شاغل در بخش تحقیق و توسعه، میزان منابع مالی هزینه شده در تحقیق و توسعه، میزان حمایت از مالکیت معنوی، میزان هزینه کرد در آموزش، تولید ناخالص داخلی و ...)

ب- محیط تخصصی نوآوری: این مولفه سعی دارد میزان فعالیت‌های نوآورانه را در گروه‌ها و نهادهای تخصصی نوآور مورد ارزیابی قرار دهد (اندازه‌گیری بر مبنای درصد هزینه کرد صنعت/بخش خصوصی در تحقیق و توسعه، نسبت پتنت‌های ثبت شده در رشته‌های الکترونیک، مکانیک و شیمی به کل پتنت‌های ثبت شده و ...)

ج- کیفیت ارتباطات: این مولفه سعی دارد میزان ارتباط ایجاد شده بین بخش تخصصی نوآوری و زیرساخت‌های عمومی نوآوری را نشان دهد (اندازه‌گیری بر مبنای میزان قراردادهای پژوهشی بین بخش خصوصی/صنعت و دانشگاه).

3-5- نمایه فناوری (نشست جهانی اقتصاد)<sup>۱۲</sup> [20]، 21 و [22]

گزارش نشست جهانی اقتصاد از جمله گزارش‌هایی است که شامل اطلاعات زیاد و تحلیل‌های آماری پیشرفته‌ای است. آمارهای نشست جهانی اقتصاد در سال‌های بعد نیز بروز رسانی شده است. نشست جهانی اقتصاد دو شاخص بسیار مهم اقتصادی را تعریف کرده که نشان دهنده وضعیت رقابتی و توسعه اقتصادی است. اولین شاخص، بیانگر رقابت در میان مدت (شاخص رشد رقابت‌پذیری<sup>۱۳</sup>) و دومین شاخص بیانگر رقابت حال حاضر

ج- نفوذ فناوری‌های قدیمی (اندازه‌گیری براساس خطوط اصلی تلفن و میزان مصرف برق)

د- مهارت‌های انسانی (اندازه‌گیری براساس میزان سال‌های تحصیلی و ثبت نام آموزش عالی)

3-2- اسکوربورد توسعه صنعتی (سازمان توسعه صنعتی ملل متحد)<sup>۹</sup> [16 و 17]

دومین مدلی که در اینجا مورد بررسی قرار می‌گیرد، مدلی است که در گزارش سازمان توسعه صنعتی ملل متحد مورد استفاده قرار گرفته است. این مدل 87 کشور را مورد بررسی قرار داده است. از مشخصات اصلی این مدل وجود مولفه‌ای برای نشان دادن فضای رقابت صنعتی است. در مدل مذکور چهار مولفه زیر مدنظر قرار گرفته است.

الف- فعالیت‌های فناورانه (اندازه‌گیری بر مبنای میزان ثبت اختراعات در آمریکا و میزان اعتبارات اختصاص داده شده به تحقیق و توسعه)

ب- کارآیی صنعت رقابتی (اندازه‌گیری بر مبنای ارزش افزوده در تولیدات، سهم فناوری‌های متوسط و بالا در ارزش افزوده تولیدات، صادرات تولیدات و مصنوعات، سهم فناوری‌های متوسط و بالا در صادرات تولیدات و مصنوعات)

ج- واردات فناوری (اندازه‌گیری بر مبنای میزان سرمایه‌گذاری خارجی، میزان پرداخت‌های خارجی برای حق اختراع، کالاهای سرمایه‌ای)

د- مهارت‌ها و زیرساخت‌ها (اندازه‌گیری بر مبنای میزان ثبت نام رشته‌های فنی و مهندسی در آموزش عالی و میزان خطوط اصلی تلفن)

3-3- نمایه ظرفیت علم و فناوری<sup>۱۰</sup> (موسسه رند) [18]

مدل وگنر و همکاران (2004) که برای موسسه رند تدوین شده و بر مبنای آن 76 کشور رتبه بندی شده‌اند، شامل هشت شاخص بوده که در سه مولفه اصلی زیر دسته بندی شده است.

الف- فاکتورهای توانمندساز (اندازه‌گیری بر مبنای تولید ناخالص داخلی و میزان ثبت نام آموزش عالی)

ب- منابع (اندازه‌گیری بر مبنای میزان مخارج تحقیق و توسعه، تعداد نهادها و تعداد دانشمندان و مهندسان)

ج- انباشت دانش (اندازه‌گیری بر اساس ثبت اختراع، انتشارات علمی و میزان مقاله‌های مشترک)

11 National Innovative Capacity Index

12 WEF Technology index

13 Growth Competitiveness index GCI

9 UNIDO Industrial Development Scoreboard

10 Science and Technology Capacity Index

بر روی یادگیری متمرکز باشد تا بر روی نوآوری. ویوتی<sup>16</sup> برای اولین بار مفهوم نظام ملی یادگیری را پیشنهاد نموده و سعی کرد مدل مناسبی برای ارزیابی قابلیت نوآوری کشورهای در حال توسعه ارائه نماید.

این مدل چهار مولفه را برای ارزیابی توان ملی نوآوری پیشنهاد می‌دهد.

الف- الگوی ملی تحصیل و آموزش نیروی کار (اندازه‌گیری بر مبنای درصد مدارک دانشگاهی در رشته‌های مهندسی، درصد دانشجویان خارج از کشور، درصد هزینه‌کرد دولت در تحصیل، نرخ خالص ثبت نام، نرخ ترکیبی ثبت نام، شاخص توسعه انسانی، رتبه شاخص توسعه انسانی و شاخص آموزش)؛

ب- الگوی ملی اکتساب فناوری (بر مبنای نسبت واردات کالاهای سرمایه‌ای به GDI، سرمایه‌گذاری خارجی به عنوان درصدی از GDP)؛

ج- الگوی ملی تخصیص منابع برای یادگیری فناورانه (اندازه‌گیری بر مبنای مخارج تحقیق و توسعه به تفکیک منابع، محققان شاغل در تحقیق و توسعه، پژوهشگران براساس مکان فعالیت)؛

د- شاخص‌های پیامدهای تلاش فناورانه (اندازه‌گیری بر مبنای پتنت‌های ثبت شده، درصد صادرات فناوری برتر از کل صادرات صنعتی).

3-7- مدل سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه<sup>17</sup> [24] و [25]

یکی از مدل‌هایی که توسط سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه در سال 2009 ارائه شده، مدلی مبتنی بر رویکرد سامانمند است. این مدل که در شکل شماره یک قابل مشاهده است، شامل سه بخش زیر است:

ورودی‌ها: ورودی‌های مالی و سرمایه‌ای (مخارج تحقیق و توسعه به تفکیک بنگاه‌های بخش خصوصی، دولت، آموزش عالی، بخش‌های غیرانتفاعی و سرمایه‌های خطرپذیر)، سرمایه انسانی (کارکنان تحقیق و توسعه، کارکنان بخش‌های علمی و فناوری، کارکنان ماهر، دانشجویان تحصیلات تکمیلی، محققان، افراد تحت پوشش آموزش‌های بلندمدت)

ارتباطات و تعاملات: تعاملات بازیگران کلیدی (تأمین مالی مشترک تحقیق و توسعه توسط بخش‌های خصوصی و عمومی، همکاری در پروژه‌های تحقیق و توسعه، مشارکت در برنامه‌های

(شاخص رقابت‌پذیری کنونی<sup>14</sup>) است. این شاخص متغیرهایی را دربردارد که بیشتر سیمای اقتصاد خرد را نشان می‌دهد، برای نمونه می‌توان به فضای کسب و کار اطراف شرکت‌ها و راهبردها و سازماندهی‌های داخلی سازمان‌ها اشاره نمود. در اینجا بر روی "نمایه فناوری" که یکی از مولفه‌های شاخص رشد رقابت‌پذیری است، تمرکز شده است.

نمایه فناوری نشست جهانی اقتصاد، شامل سه مولفه زیر است:

الف- ظرفیت نوآوری (اندازه‌گیری براساس پتنت‌های ثبت شده در آمریکا، سهم ثبت نام در آموزش عالی و نظرسنجی)؛

ب- نفوذ فناوری ارتباطات و اطلاعات (اندازه‌گیری بر مبنای نفوذ اینترنت، تلفن، کامپیوتر شخصی و نظرسنجی)؛

ج- انتقال فناوری (اندازه‌گیری بر مبنای میزان صادرات محصولات غیر اولیه و نظر سنجی).

نحوه وزن دهی به مولفه‌های کشورهای مختلف برای تعیین شاخص فناوری، متفاوت بوده است. در ارزیابی شاخص فناوری 75 کشور، کشورها به دو دسته کلی تقسیم بندی شده‌اند. براساس میزان پتنت ثبت شده، 21 کشور جز کشورهای پیشرفته و 54 کشور جز کشورهای در حال پیشرفت تقسیم بندی شده‌اند. بر این اساس کشورهای پیشرفته تنها با استفاده از دو مولفه اول سنجیده شده‌اند؛ چراکه فرض بر این بوده که انتقال فناوری نقشی در ارتقای قابلیت نوآوری این کشورها ندارد. در مورد 54 کشور بعدی، وزن مولفه اول کاسته شده و مولفه سوم نیز در ارزیابی شاخص فناوری مورد لحاظ واقع شده است. این روش بر این فرض استوار بوده است که کشورهای در حال پیشرفت کمتر توانایی تولید فناوری داشته و بیشتر متکی بر انتقال فناوری و یادگیری هستند.

3-6- نظام ملی یادگیری<sup>15</sup> [23]

بر طبق فرضیات مدل "نظام ملی یادگیری"، پدیده نوآوری بیانگر فرایند توسعه فناوری در کشورهای دیرصنعتی شده نیست. به علاوه شاخص‌های مورد استفاده در نظام ملی نوآوری مانند هزینه تحقیق و توسعه، انتشارات و ثبت پتنت، عملکرد مناسب کشورهای در حال توسعه را نشان نمی‌دهد. به طور کلی نوآوری پدیده‌ای است که کشورهای در حال توسعه فاصله زیادی از آن دارند و فرایند توسعه فناوری در این کشورها به طور اساسی باید

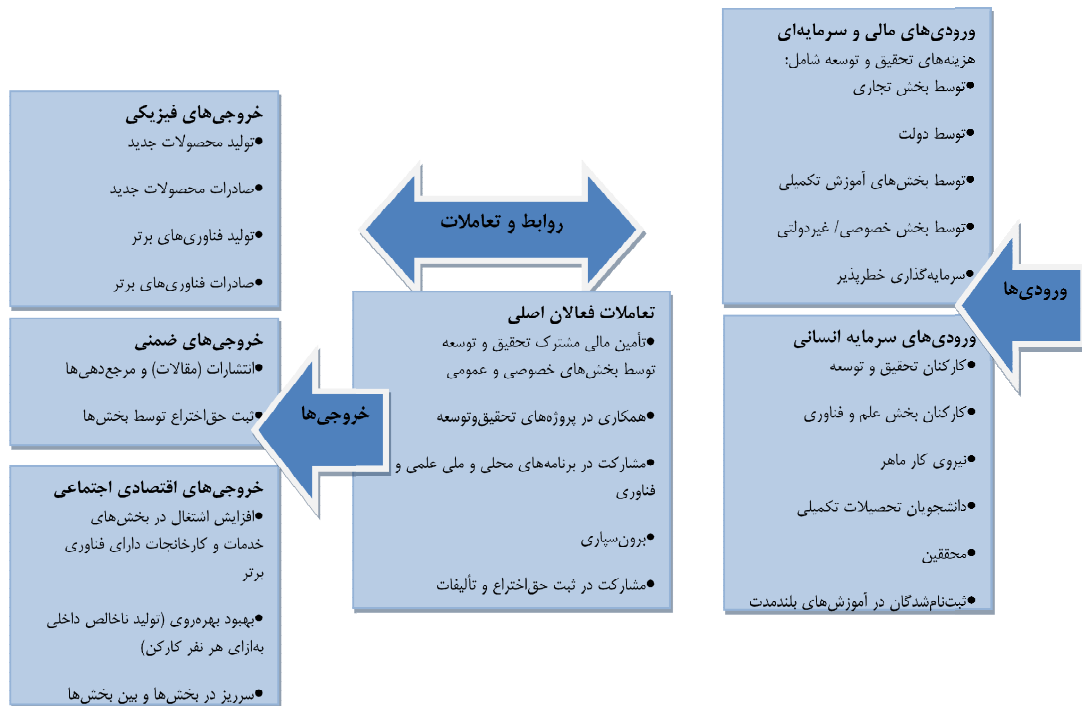
14 Current Competitiveness Index CCI

15 National Learning System

16 Viotti  
17 OECD

محل و ملی علمی و فناوری، برون‌سپاری، مشارکت در ثبت حق اختراع و تألیفات) خروجی‌ها: خروجی‌های فیزیکی (تولید محصولات جدید، صادرات محصولات جدید، تولید فناوری‌های برتر، صادرات فناوری‌های برتر) داخلی به‌ازای هر نفر کارکن، سرریز در بخش‌ها و بین بخش‌ها)

محل و ملی علمی و فناوری، برون‌سپاری، مشارکت در ثبت حق اختراع و تألیفات) خروجی‌ها: خروجی‌های فیزیکی (تولید محصولات جدید، صادرات محصولات جدید، تولید فناوری‌های برتر، صادرات فناوری‌های برتر) داخلی به‌ازای هر نفر کارکن، سرریز در بخش‌ها و بین بخش‌ها)



شکل ۱: مدل OECD برای ارزیابی نظام نوآوری در سطح ملی

اندازه‌گیری توان ملی نوآوری اشتراکات زیادی داشته و بسیاری از مولفه‌های به کار برده شده دارای مفاهیمی نزدیک به هم هستند، به گونه‌ای که شاخص‌های مورد استفاده در هر کدام از مدل‌ها را می‌توان در 7 بخش دسته‌بندی نمود (جدول شماره یک). در ادامه سعی بر این است که با در نظر گرفتن جدول شماره یک، تحلیلی مختصر از مدل‌ها ارائه گردد.

یکی دیگر از مدل‌هایی که مبتنی بر دیدگاه سامانمند توسط این سازمان در مدل جامع‌تری که توسط سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه برای ارزیابی نظام نوآوری کشور چین ارائه شده است، علاوه بر سه محور فوق‌الذکر، سه دسته شاخص زیر نیز ذیل محور محیط و زیرساخت‌های حیاتی آورده شده است:

محیط سیاست‌گذاری و بازار: (سیاست‌گذاری علم و فناوری، چارچوب قاعده‌گذاری و قانونگذاری، تغییرات نظام ملی نوآوری) فناوری‌های عام: (فناوری اطلاعات و ارتباطات، نانو فناوری و بیوفناوری)

زیرساخت‌ها: (توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، نظام آموزشی، نظام مالی و نظام تحقیقاتی)

#### 4- تحلیلی بر مدل‌های مورد بررسی

خلاصه‌ای از اشتراکات و تفاوت‌های موجود در مدل‌های بررسی شده در جدول شماره یک نشان داده شده است. جدول مذکور در یک نگاه نشان می‌دهد که مدل‌های بررسی شده برای

جدول ۱: مقایسه مدل‌های مورد بررسی

ارائه دهنده	UNDP	UNIDO	RAND	Porter	WEF	Viotti	OECD
نام کامل	نمایه دستیابی به فناوری (TAI)UNDP	اسکوروبورد توسعه صنعتی UNIDO	نمایه ظرفیت علم و فناوری	نمایه ظرفیت ملی نوآوری	نمایه فناوری WEF	نظام ملی یادگیری	مدل ارزیابی نوآوری
منابع مالی	-	شاخص فعالیت‌های فناوری: هزینه کرد تحقیق و توسعه (شرکت) خصوصی	منابع: هزینه کرد در تحقیق و توسعه	محیط تخصصی نوآوری: درصد هزینه‌کرد صنعت/بخش خصوصی در تحقیق و توسعه زیرساخت‌های عمومی نوآوری: میزان منابع مالی هزینه شده در تحقیق و توسعه	-	الگوی ملی تخصیص منابع برای یادگیری فناوری: مخارج تحقیق و توسعه به تفکیک منابع، محققان شاغل در تحقیق و توسعه، پژوهشگران براساس مکان فعالیت	ورودی‌های مالی و سرمایه‌ای: مخارج تحقیق و توسعه به تفکیک بنگاه‌های بخش خصوصی، دولت، آموزش عالی، بخش‌های غیرانتفاعی و سرمایه‌های خطرپذیر
سرمایه انسانی	مهارت‌های انسانی: مهارت‌ها: میزان ثبت نام فنی در آموزش عالی	میزان ثبت نام آموزش عالی	فاکتورهای توانمند ساز: ثبت نام آموزش عالی	زیرساخت‌های عمومی نوآوری: میزان نیروی انسانی شاغل در بخش تحقیق و توسعه، میزان هزینه کرد در آموزش	نوآوری: ثبت نام آموزش عالی	الگوی ملی تحصیل و آموزش نیروی کار: درصد مدارک دانشگاهی در رشته‌های مهندسی، درصد دانشجویان خارج از کشور، درصد هزینه‌کرد دولت در تحصیل، نرخ خالص ثبت نام، نرخ ترکیبی ثبت نام، ارزش شاخص توسعه انسانی	سرمایه انسانی: کارکنان تحقیق و توسعه، کارکنان بخش‌های علمی و فناوری، کارکنان ماهر، دانشجویان تحصیلات تکمیلی، محققان، افراد تحت پوشش آموزش‌های بلندمدت
تولید علم و فناوری	تولید فناوری: پتنت‌های ملی، میزان دریافت حق اختراع و حق بهره برداری	شاخص فعالیت‌های فناوری: پتنت‌های آمریکا	دانش انباشته: پتنت‌های آمریکا، مقالات علمی.	محیط تخصصی نوآوری: نسبت پتنت‌های ثبت شده در رشته‌های الکترونیک، مکانیک و شیمی به کل پتنت‌ها	نوآوری: پتنت‌های آمریکا	شاخص‌های پیامدهای تلاش فناوری: پتنت‌های ثبت شده	خروجی‌های ضمنی: انتشارات (مقالات) و مرجع‌دهی‌ها، ثبت حق اختراع وسط بخش‌ها
جذب فناوری از کشورهای دیگر	-	واردات فناوری: سرمایه‌گذاری خارجی، پرداخت‌های خارجی حق بهره‌برداری، کالاهای سرمایه‌ای	دانش انباشته: مقالات مشترک بین‌المللی	-	-	الگوی ملی اکتساب فناوری: نسبت واردات کالاهای سرمایه‌ای به GDI، سرمایه‌گذاری خارجی به عنوان درصدی از GDP	-

<p>فناوری‌های عام: فناوری اطلاعات و ارتباطات، نانوفناوری و بیوفناوری</p> <p>زیرساخت‌ها: توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، نظام آموزشی، نظام مالی و نظام تحقیقاتی</p> <p>محیط سیاست‌گذاری و بازار: سیاست-گذاری علم و فناوری، چارچوب قاعده‌گذاری و قانون‌گذاری، تغییرات نظام ملی نوآوری</p>	<p>فناوری اطلاعات و ارتباطات: اینترنت، رایانه‌های شخصی، تلفن</p>	<p>زیرساخت‌های عمومی نوآوری: میزان حمایت از مالکیت معنوی</p>	<p>منابع: تعداد نهادهای سرانه</p>	<p>زیرساخت: خطوط اصلی تلفن</p>	<p>نفوذ فناوری‌های جدید و قدیم: اینترنت، تلفن، مصرف برق</p>
<p>خروجی‌های فیزیکی: تولید محصولات جدید، صادرات محصولات جدید، فناوری‌های برتر، صادرات فناوری‌های برتر</p> <p>خروجی‌های اقتصادی - اجتماعی: افزایش اشتغال در بخش‌های خدمات و کارخانجات دارای فناوری برتر، بهبود بهره‌روی (تولید ناخالص داخلی به ازای هر نفر کارکن)، سرریز در بخش‌ها و بین بخش‌ها</p>	<p>شاخص‌های پیامدهای تلاش فناورانه: درصد صادرات فناوری برتر از کل صادرات صنعتی</p>	<p>انتقال فناوری: صادرات محصولات غیر اولیه</p>	<p>عوامل توانمندسازی: تولید ناخالص داخلی نوآوری: تولید ناخالص داخلی</p>	<p>شاخص رقابت در صنعت: ارزش افزوده مصنوعات MVA، سهم فناوری‌های متوسط و بالا در MVA، صادرات مصنوعات، سهم فناوری-های متوسط و بالا در صادرات مصنوعات</p>	<p>نفوذ فناوری‌های جدید و قدیم: سهم صادرات فناوری متوسط و بالا</p>
<p>ارتباطات و تعاملات: تعاملات بازیگران کلیدی (تأمین مالی مشترک تحقیق و توسعه توسط بخش‌های خصوصی و عمومی، همکاری در پروژه‌های تحقیق و توسعه، مشارکت در برنامه‌های محلی و ملی علمی و فناوری، برون‌سپاری، مشارکت در ثبت حق اختراع و تألیفات)</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>کیفیت ارتباطات: میزان قراردادهای پژوهشی بین بخش خصوصی/صنعت و دانشگاه</p>	<p>-</p>	<p>انتشار فناوری (کیفیت ارتباطات)</p>



تامل است؛ چراکه میزان تولید ناخالص داخلی نمی‌تواند تعیین کننده وضعیت محیط اقتصادی برای نوآوری باشد. این مطلب در کشورهای نظیر ج.ا. ایران که اقتصاد متکی بر منابع دارند بیشتر صادق است.

#### 4-4- نمایه ظرفیت ملی فناوری

از آنجا که این مدل برای کشورهای پیشرفته تدوین شده است، مولفه جذب فناوری را مدنظر قرار نداده اما توجه به سایر مولفه‌های توان ملی نوآوری، نشان از جامعیت این مدل داشته و آن را به مدلی نظام‌مند تبدیل کرده است. در این مدل به موضوعات و مولفه‌هایی پرداخته شده که در مدل‌های دیگر بدان بی‌توجهی شده است. از جمله آن می‌توان به مولفه کیفیت ارتباطات (انتشار فناوری) اشاره نمود. از نظر پورتر و همکارش، توان نوآوری وقتی ارتقا می‌یابد که در ضمن تمامی فعالیت‌هایی که توسط دولت، نهادهای علمی و نهادهای اقتصادی انجام می‌شود، ارتباط مناسبی بین بازیگران، نهادها، زیرساخت‌ها و منابع برقرار گردد. اگر چه این مولفه برای هر کشوری حائز اهمیت است اما برای کشورهای کمتر توسعه یافته اهمیت بیشتری دارد، چرا که عدم هماهنگی بین نهادها و فرایندهای مختلف یکی از عوارض توسعه نیافتگی است. مسئله دیگری که مورد توجه این مدل است، کیفیت سیاستگذاری دولت است. این مدل، کیفیت سیاستگذاری را تحت عنوان زیرساخت‌های عمومی معرفی و از شاخص‌هایی چون میزان حمایت از مالکیت فکری برای ارزیابی این مولفه استفاده کرده است. با وجود آنکه مدل مذکور توجه زیادی به شاخص‌های محیطی نداشته است اما می‌توان آن را مدلی نظام‌مند برای کشورهای توسعه یافته قلمداد کرد.

#### 4-5- نمایه فناوری

این مدل تنها مدلی است که برای ارزیابی توان ملی نوآوری کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه تمایز قائل شده و در عین حال از یک مدل برای ارزیابی هر دو استفاده کرده است. در این مدل مولفه انتقال فناوری وجه تمایز کشورهای در حال توسعه در نظر گرفته شده و در اندازه‌گیری‌ها وزن بیشتری برای آن در نظر گرفته شده است اما شاخص بکار گرفته شده برای اندازه‌گیری میزان انتقال و جذب فناوری (میزان صادرات محصولات غیر اولیه) شاخص مناسبی برای این مولفه به نظر نمی‌رسد. این شاخص بیشتر توان تجاری سازی و همچنین محیط اقتصادی را مورد سنجش قرار می‌دهد. عدم توجه به مولفه‌هایی چون منابع مالی و کیفیت ارتباطات، این مدل را جزء مدل‌های غیرنظام‌مند (غیر سیستمی) قرار داده است.

#### 4-1- نمایه دستیابی به فناوری

جدول شماره یک نشان می‌دهد که مدل برنامه توسعه ملل متحد برای ارزیابی توان ملی نوآوری، مولفه‌های محدودی را مورد لحاظ قرار داده است و از این منظر، جزء مدل‌های ضعیف به شمار می‌رود. عدم توجه به مولفه جذب فناوری در این مدل، گویای آن است که مدل مذکور برای کشورهای کمتر توسعه یافته مدل مناسبی نیست. از طرفی، این مدل فاقد شاخص‌های منابع مالی و کیفیت ارتباطات است.

#### 4-2- اسکوربورد توسعه صنعتی

توجه به شش مولفه از هفت مولفه‌ای که در مدل‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته است، مدل سازمان توسعه صنعتی ملل متحد را در زمره جامع‌ترین مدل‌های مورد بررسی قرار داده است. مدل مذکور توجه ویژه‌ای به مولفه‌های محیطی نوآوری داشته است؛ چراکه شاخص‌های ارائه شده توسط این مدل برای تبیین محیط اقتصادی و فضای رقابتی صنعت، نسبت به سایر مدل‌ها دارای برتری است. این وضعیت نشان می‌دهد که تعریف مدل مذکور از توان نوآوری، تعریفی جامع‌تر بوده و با توجه به مفهوم نوآوری که مفهومی شکل گرفته در اقتصادهای رقابتی است، به واقعیت نزدیکی بیشتری دارد. از مزیت‌های دیگری که می‌توان برای این مدل برشمرد، توجه همزمان این مدل به دو مولفه تولید و جذب فناوری است. این ویژگی باعث می‌شود که بتوان این مدل را برای محدوده وسیعی از کشورها - توسعه یافته و در حال توسعه - مورد استفاده قرار داد. توجه به این نکته نیز حائز اهمیت است که عدم توجه مدل مذکور به مولفه ارتباطات و انتشار فناوری، از نقاط ضعف آن قلمداد می‌شود.

#### 4-3- نمایه ظرفیت علم و فناوری

مدل ارائه شده توسط موسسه رند نیز مولفه‌های زیادی را مدنظر قرار داده است اما نوع شاخص‌های استفاده شده در برخی از مولفه‌ها قابل نقد و بررسی است. یکی از شاخص‌هایی که این مدل را از سایر مدل‌ها متمایز می‌سازد، استفاده از شاخص تعداد نهادهای سرانه است. وجود چنین شاخصی حاکی از آن است که مدل مذکور، شکل‌گیری نهادها را عامل موثر در رشد توان نوآوری می‌داند. از جمله شاخص‌های دیگری که در این مدل بکار رفته است، شاخص مقالات بین‌المللی می‌باشد. اگر چه این شاخص تا حدی مفهوم جذب فناوری را به ذهن متبادر می‌سازد اما عدم توجه به شاخص‌های اصلی جذب فناوری در مدل مذکور حاکی از آن است که کمتر می‌توان از این مدل برای کشورهای در حال توسعه استفاده نمود. استفاده از شاخص تولید ناخالص داخلی توسط این مدل برای ارزیابی محیط نوآوری، محل بحث و

## 4-6- نظام ملی یادگیری

نظام ملی یادگیری سعی دارد "جذب و یادگیری فناوری" را عامل اصلی توضیح دهنده نوآوری برای کشورهای در حال توسعه معرفی نماید. نظام مذکور توسعه فناوری را یک فرایند سه مرحله‌ای می‌داند که طی آن آموزش عمومی مناسب منجر به ارتقای سرمایه انسانی شده و پس از آن فناوری‌های موجود در کشورهای دیگر از طریق سرمایه‌گذاری خارجی، خرید فناوری و ... جذب می‌شود تا طی مرحله سوم نیروی انسانی متخصص از طریق تحقیق و توسعه هدفمند، سعی در یادگیری و ارتقای فناوری‌های جذب شده نمایند. از این منظر فعالیت‌های تحقیق و توسعه وقتی می‌تواند توان نوآوری را تقویت نماید که در جهت یادگیری و ارتقای فناوری‌های جذب شده عمل نماید.

مدل مذکور اگر چه می‌تواند مفهوم جذب و ارتقای فناوری در سطح ملی را فرموله نماید اما نمی‌تواند توضیح دهنده یک نظام باشد. حتی در مورد کشورهای در حال توسعه که مولفه جذب فناوری اهمیت ویژه‌ای دارد، عوامل دیگری همچون نهادهای مالی خطرپذیر، زیر ساخت‌ها، کیفیت سیاستگذاری و ... وجود دارند که در نوآوری ملی نقش ایفا می‌کنند. نکته قابل توجه دیگر آنکه در این مدل برای ارزیابی میزان منابع تخصیص داده شده به یادگیری از شاخص‌های تحقیق و توسعه استفاده شده است، حال آنکه نمی‌توان ثابت کرد که منابع هزینه شده در تحقیق و توسعه صرف یادگیری فناورانه گشته و یا در جهت انجام تحقیقات پایه و کاربردی هزینه شده است.

## 4-7- مدل سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه

با توجه به جدول شماره 1 می‌توان گفت مدل سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه از جامع‌ترین مدل‌های ارزیابی توانمندی نوآوری است. مدل اخیر تنها مدلی است که به شاخص‌های سیاستگذاری و فناوری‌های عام به‌عنوان بخش مهمی از زیرساخت‌ها و محیط نظام علم و فناوری توجه نموده است و تنها به زیرساخت‌های سخت و فیزیکی اکتفا نکرده است. همچنین توجه به اشتغال و بهره‌وری به‌عنوان بخشی از خروجی‌های واقعی نظام علم و فناوری از دیگر نقاط قوت این مدل به شمار می‌رود. در عین حال در این مدل نیز جذب فناوری مورد توجه قرار نگرفته است. به نظر می‌رسد با توجه به سطح توسعه‌یافتگی کشورهای عضو این سازمان، از توجه به این امر خودداری شده است.

## 5- مروری بر چارچوب‌های ارزیابی توان نوآوری در

## ایران

نهادهای متعددی در کشور با عناوین مختلف سعی در ارزیابی توان نوآوری در کشور داشته‌اند که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود.

## 5-1- شورای عالی انقلاب فرهنگی [26، 27 و 28]

براساس قانون جایگاه، اهداف و وظایف شورای عالی انقلاب فرهنگی مصوب سال 1376، بررسی و ارزیابی وضع فرهنگ، آموزش و تحقیقات کشور بر عهده این شورا قرار دارد. اولین اقدام این شورا در این خصوص تصویب شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری در دو سطح کلان و خرد در قالب شاخص‌های انسانی، مالی، ساختاری، عملکردی و بهره‌وری و نیز تعدادی شاخص کیفی در سال 1381 بوده است. پس از تصویب این شاخص‌ها تاکنون سه گزارش ارزیابی کلان علم و فناوری توسط هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی این شورا منتشر شده است که در ارزیابی‌های دوم و سوم این شورا، علاوه بر 5 دسته شاخص‌های فوق‌الذکر، به ترتیب شاخص‌های توسعه متوازن علم و فناوری و شاخص‌های تجاری‌سازی فناوری و فناوری‌های نوین (شامل فناوری اطلاعات، نانو فناوری و زیست‌فناوری) نیز ارائه شده است.

## 5-2- مجمع تشخیص مصلحت نظام [29]

مهم‌ترین مطالعه‌ای که توسط مجمع تشخیص مصلحت نظام در این زمینه صورت گرفته است، «تدوین شاخص‌های سیاست‌های کلی فناوری و ارزیابی وضعیت فناوری» در سال 1387 بوده است. در این مطالعه 12 محور و 67 زیر محور برای تدوین شاخص‌های فناوری انتخاب و در نهایت 131 نماگر برای محاسبه 7 شاخص ترکیبی بکار گرفته شده و میانگین آمار کشورهای آمریکا، ژاپن و اروپا به عنوان حد مطلوب نماگرها در نظر گرفته شد. مولفه‌های مد نظر مجمع تشخیص برای ارزیابی مشتمل بر موارد زیر هستند.

- 1- محور عملکرد کلی اقتصاد؛
- 2- محور آموزش و منابع انسانی؛
- 3- محور تولید علم و فناوری؛
- 4- محور تعاملات علم و فناوری؛
- 5- محور زیرساخت‌های مالی و اقتصادی توسعه فناوری؛
- 6- محور زیرساخت‌های اجتماعی و فرهنگی در توسعه فناوری؛
- 7- محور زیر ساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات؛
- 8- محور تولید و صادرات فناوری‌های پیشرفته؛
- 9- محور مالکیت معنوی؛

برخی مولفه‌های نوآوری به منظور تسریع در ارتقای قابلیت ملی نوآوری در این کشورها حائز اهمیت است. ج.ا. ایران به لحاظ ساختارهای اقتصادی دارای خصوصیات کشورهای در حال توسعه بوده و علاوه بر آن دارای ویژگی‌های سیاسی و اجتماعی منحصر به فردی است که عدم توجه بدان‌ها، ارزیابی توان ملی نوآوری را دچار نقص می‌کند. اهم ویژگی‌هایی را که در ارزیابی قابلیت نوآوری ج.ا. ایران باید بدان توجه کرد می‌توان به صورت زیر برشمرد.

1- ج.ا. ایران در نوآوری جز کشورهای در حال توسعه است و به همین لحاظ انتقال و جذب فناوری (یادگیری) می‌تواند راه میانبری برای ارتقای قابلیت ملی نوآوری قلمداد شود [32].

2- نظام ارزشی ج.ا. ایران هر نوع وابستگی به کشورهای دیگر در ابعاد مختلف از جمله فناوری را نفی کرده و در مواجهه با مسائلی که استقلال کشور را تحت الشعاع قرار می‌دهد، استفاده از توان داخل و خودکفایی را در دستور کار قرار می‌دهد. بر این اساس تاکید بر یادگیری و جذب فناوری نمی‌تواند به تنهایی ارزیابی مناسبی از توان نوآوری در ج.ا. ایران باشد. لذا در ارزیابی توان ملی نوآوری، رشد دورن‌زا و تولید علم و فناوری مورد تاکید است [33].

3- ساختار اقتصادی ج.ا. ایران ساختاری دولتی و متکی بر منابع است و اغلب نهادهای موجود در کشور تولد و رشد طبیعی نداشته و ارتباطات مناسبی بین آنها شکل نگرفته است. لذا توجه به کمیت و کیفیت نهادهای مورد نیاز و همچنین توجه به کیفیت ارتباطات و چگونگی انتشار فناوری در تبیین چارچوب مفهومی مناسب برای ارزیابی توان ملی نوآوری بایستی مورد تاکید باشد [34].

4- در سال‌های گذشته تصور عمومی خبرگان و سیاستگذاران کشور برای ارتقای قابلیت نوآوری، تصویری مبتنی بر فشار عرضه فناوری بوده است. با توجه به این که در این سال‌ها به نهادهای عرضه کننده توجه بیشتری شده است، تبیین مدلی برای ارزیابی نوآوری تاکید بر کشش تقاضا و تجاری سازی فناوری می‌تواند درک بهتری از نقاط ضعف و قوت نظام نوآوری کشور ج.ا. ایران ایجاد کند [35].

## 8- جمع بندی و ارائه مدلی برای ارزیابی قابلیت ملی نوآوری

در این مقاله مدل‌های مختلفی برای ارزیابی توان ملی نوآوری مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه مدل‌های مختلف نشان داد که برخی از این مدل‌ها، مولفه‌های محدودتری را برای

10- محور نوآوری محصول/ فرآیند و کارآفرینی؛

11- محور آینده پژوهی فناوری؛

12- محور توسعه، انرژی و محیط زیست.

3-5- سایر موارد [30 و 31]

1-1- در سال‌های اخیر تلاش‌های پراکنده‌ای در سطح کشور در خصوص ابعاد مختلف ارزیابی توان نوآوری انجام شده است. در همین زمینه می‌توان به تهیه گزارش «پایش جهانی توانمندی فناوری» به عنوان یکی از اولین تجربیات روشمند و علمی داخل کشور برای بررسی توانمندی‌های فناوری ایران با سایر کشورهای بویژه کشورهای در حال توسعه و دارای ابعاد اقتصادی مشابه، توسط انجمن مدیریت فناوری ایران اشاره نمود.

معاونت علمی و فناوری رییس‌جمهور نیز در همین سال اقدام به تهیه گزارش «نظارت راهبردی بر نظام علم، فناوری و نوآوری کشور» نمود که در آن ضمن مرور مطالعات قبلی، چارچوبی برای ارزیابی علم و فناوری و نوآوری در کشور ارائه شده است.

## 6- تحلیلی بر چارچوب‌های ارزیابی داخلی

عدم توجه به نتایج اقتصادی-اجتماعی نظام علمی و فناوری کشور، نظیر ایجاد اشتغال پایدار در بنگاه‌های فناوری محور و میزان خلق ارزش افزوده در این بخش، در مدل‌ها و مولفه‌های ارزیابی مطرح شده در گزارش‌های فوق‌الذکر دیده می‌شود. در واقع بسیاری از مدل‌ها و چارچوب‌های ارزیابی ذکر شده در بالا، بر ورودی‌ها و منابع، تولیدات علمی، تا اندازه‌ای تولیدات فناوری و در برخی موارد فرایندهای موجود در نظام علمی و فناوری کشور تمرکز نموده‌اند. البته همین بخش‌ها نیز به صورت جامع بررسی نشده‌اند. مثلاً عنصر سیاستگذاری به عنوان یکی از فرایندهای اصلی که مهم‌ترین نقش را در نظام علم و فناوری کشور بازی می‌کند، در هیچیک از مدل‌های ارزیابی بررسی نشده است. همچنین در این مدل‌ها تفکیک دقیقی بین فرایندهای مختلف مانند تولید علم، انتقال و انتشار دانش و فناوری و... دیده نمی‌شود. بی‌توجهی به مفاهیم و طبقه‌بندی‌های یکسان و علمی در تعریف و محاسبه مولفه‌های ارزیابی از مهم‌ترین ایراداتی است که به اکثر مدل‌های ارائه شده وارد است.

## 7- ملاحظات بومی ارزیابی توان نوآوری کشور ایران

فرایند نوآوری در کشورهای در حال توسعه با کشورهای پیشتر توسعه‌یافته تفاوت‌هایی دارد. این کشورها دارای ساختارهای اجتماعی و اقتصادی متفاوتی هستند. لذا تاکید بر

بستر اقتصادی و صنعتی یک کشور قرار دارد. خروجی این نظام ارزش افزوده ناشی از نوآوری و ورودی آن میزان منابع تخصیص داده شده به آن است. تمامی مولفه‌هایی را که منابع ورودی به این نظام را به خروجی مناسب تبدیل می‌کند، مولفه‌های فرایندی نام دارند که در ادامه بدان پرداخته شده است.

**کیفیت زیر ساخت‌ها:** این مولفه شامل عواملی است که نیازمندی‌های پایه را برای تمامی بازیگران فعال در نظام نوآوری تامین می‌کند. مواردی چون کیفیت زیر ساخت اطلاعات و ارتباط، قوانین، نهادها و ... این مولفه در اکثر مدل‌های ارائه شده مورد تاکید بوده است.

**کیفیت سیاستگذاری:** تعیین اهداف و نحوه هدایت و سازماندهی فعالان نظام نوآوری نیز از جمله مولفه‌هایی است که در ارتقای توان ملی نوآوری نقش مهمی دارد. کشورهایی نظیر ج.ا. ایران که جایگاه مناسبی در رتبه بندی‌های جهانی نداشته و جزء کشورهای در حال توسعه است نیازمند حضور پر رنگ‌تر دولت در شکل‌دهی نظام نوآوری است. مواردی چون کیفیت اولویت‌گذاری در علم و فناوری، جامعیت برنامه‌های کوتاه و بلند مدت و ... از جمله مواردی است که می‌تواند در این مولفه مورد ارزیابی قرار گیرد. ارزیابی این مولفه بیشتر به صورت کیفی بوده و عملکرد سیاستگذار در مدیریت کلان نظام نوآوری را مورد سنجش قرار می‌دهد.

**جذب علم و فناوری:** اهمیت ویژه‌ای که این مولفه برای کشورهای در حال توسعه دارد، در برخی مدل‌ها مورد تاکید قرار گرفته است. یکی از راه‌های ارتقای توان نوآوری در کشورهای کمتر توسعه یافته جذب فناوری است. ج.ا. ایران نیز در این زمینه مستثنی نیست. شاخص‌هایی چون میزان واردات کالاهای سرمایه‌ای، میزان پرداخت‌ها برای حق بهره برداری، نهادهای انتقال فناوری در کشور و ... از جمله شاخص‌هایی است که می‌تواند نشان دهنده وضعیت جذب فناوری باشد.

**تولید علم و فناوری:** هسته مرکزی مدل‌های توسعه یافته برای کشورهای پیشرفته را فعالیت‌های فناورانه و یا همان تولید علم و فناوری تشکیل می‌دهد. این در حالی است که برای کشورهای در حال توسعه تاکید بر انتقال و جذب فناوری هسته مرکزی را تشکیل می‌دهد. واقعیت آن است که برای کشورهای در حال توسعه نیز انتقال و جذب فناوری بدون انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه بازدهی مناسبی ندارد. علاوه بر این باید گفت هیچ کشور در حال توسعه‌ای نمی‌تواند تمام نیازمندی‌های فناوری خود را از راه جذب فناوری مرتفع نماید. لذا مولفه تولید فناوری نیز یکی از مولفه‌های اصلی نظام نوآوری در هر کشوری

ارزیابی قابلیت ملی نوآوری در نظر گرفته‌اند. چنین به نظر می‌رسد که این مدل‌ها تمامی مولفه‌های تاثیرگذار در فرایند نوآوری در سطح ملی را مد نظر قرار نداده‌اند و تنها با هدف رتبه بندی کشورها تدوین شده‌اند. چنین مدل‌هایی قابلیت هدایت و تصمیم‌سازی برای سیاستگذاران را ندارند؛ چراکه ارزیابی مناسبی از نقاط ضعف و قوت مولفه‌های تاثیرگذار در نوآوری را به دست نمی‌دهند. در مقابل مدل‌هایی وجود دارند - مانند مدل ظرفیت ملی نوآوری Porter - که مولفه‌ها و ابعاد معناداری از قابلیت نوآوری در سطح ملی را مورد ارزیابی قرار داده است. این مدل‌ها مدعی بوده‌اند که عوامل اصلی تاثیرگذار در نوآوری را شناسایی و مورد ارزیابی قرار داده‌اند. مقایسه انجام شده بین این مدل‌ها و سایر مدل‌ها نیز نشان می‌دهد که مولفه‌های مورد بررسی در این مدل‌ها به نسبت سایر آنها از جامعیت بیشتری برخوردار بوده‌اند. مدل پیشنهادی این مقاله نیز سعی دارد تمام مولفه‌های مهم و تاثیرگذار در سطح ملی - با تاکید بر کشور ج.ا. ایران - را مورد لحاظ قرار دهد. نکته اساسی آن است که این مدل بتواند مدلی مناسب و معنادار برای سیاستگذاران باشد.

#### 8-1- تبیین مدل پیشنهادی:

ارزیابی نظام‌مند (سیستمی) نوآوری در سطح ملی مستلزم توجه به چهار رکن ورودی و خروجی نظام نوآوری، مولفه‌های فرایندی نوآوری و محیط نوآوری است.

**محیط:** نوآوری موتور محرک اقتصادهای مبتنی بر دانش بوده و عوامل موثر در نوآوری نمی‌تواند بدون تحلیل و بررسی مولفه‌ها و مشخصه‌های اقتصادی یک کشور ارزیابی شود. بر این اساس در ارزیابی توان ملی نوآوری بایستی مولفه‌های اقتصادی موثر بر نوآوری نیز مدنظر قرار گیرد.

**خروجی:** خروجی نهایی نظام نوآوری در یک کشور همان خروجی‌هایی است که نظام نوآوری بر نظام اقتصادی آن کشور خواهد داشت. این خروجی را می‌توان ارزش افزوده ناشی از نوآوری در نظام اقتصادی دانسته و مورد ارزیابی قرار داد.

**ورودی:** نهادهای حاکمیتی و سیاستگذار سعی دارند از طریق بسترسازی و حمایت‌های تشویقی، نوآوری را در سطح ملی ترویج نمایند و بدین منظور اعتباراتی را به نظام نوآوری کشور تخصیص می‌دهند. علاوه بر آن، بخش‌های غیر حاکمیتی نیز منابعی را صرف نوآوری می‌کنند؛ چراکه فضای رقابتی موجود، هیچ بنگاهی بدون نوآوری بقا نخواهد داشت، لذا منابع تخصیص داده شده (اعم از منابع انسانی و منابع مالی) به نوآوری در سطح ملی را می‌توان ورودی نظام نوآوری دانست.

از این منظر توان ملی نوآوری به منزله نظامی است که در

شکل شماره 2 مشاهده نمود.

## 9- نتیجه گیری

در این مقاله ابتدا مروری بر ادبیات نظام نوآوری در سطح ملی شد. مطالعات انجام شده نشان داد که چگونه با شکل‌گیری اقتصادهای مبتنی بر دانش، مفهوم نوآوری و مدل‌های نوآوری در سطح ملی شکل گرفت. این مدل‌ها به ترتیب مدل‌هایی مبتنی بر فشار عرضه، کشش بازار، مدل‌های زنجیره‌ای و مدل‌های نظام-مند (سیستمی) بودند. کشورهای مختلف بر مبنای مدل‌های شکل گرفته و با استفاده از شاخص‌های کمی به ارزیابی توان نوآوری کشورشان اقدام می‌کنند. برخی از این مدل‌ها در این مقاله مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه این مدل‌ها با یکدیگر نشان داد که مولفه‌ها و شاخص‌های بکار برده شده در این مدل‌ها را می‌توان در هفت مولفه تقسیم بندی نمود (جدول شماره یک). براساس این تقسیم بندی، نقاط ضعف و قوت هر یک از مدل‌ها بررسی شد تا در ارائه مدلی بومی برای ج.ا. ایران، مورد استفاده قرار گیرد. همچنین فعالیت‌های انجام شده توسط نهادهای متولی در کشور نیز به اجمال بررسی و نقاط ضعف آنها مدنظر قرار گرفت. برای ارائه مدلی مناسب برای کشور ج.ا. ایران توجه به ویژگی‌ها و ملاحظات بومی حائز اهمیت شمرده شد. بر این اساس تاکید بر انتقال و جذب فناوری به عنوان راهی میان‌بر، تولید فناوری به منظور رشد درون‌زا، کیفیت ارتباطات و همچنین اهمیت دادن به کشش بازار و تجاری سازی فناوری از جمله ملاحظات بومی کشور بودند که مورد توجه قرار گرفت. با توجه به نقاط ضعف و قوت مدل‌های بررسی شده و همچنین ملاحظات بومی کشور، چارچوبی مفهومی برای ارزیابی نوآوری ج.ا. ایران تبیین شد. این مدل شامل یازده مولفه بوده که ساختاری نظام‌مند (شکل شماره 2) را تشکیل داده و ارزیابی توان نوآوری و قضاوت در مورد نقاط ضعف و قوت نظام نوآوری را برای سیاستگذاران کشور میسر می‌سازد.

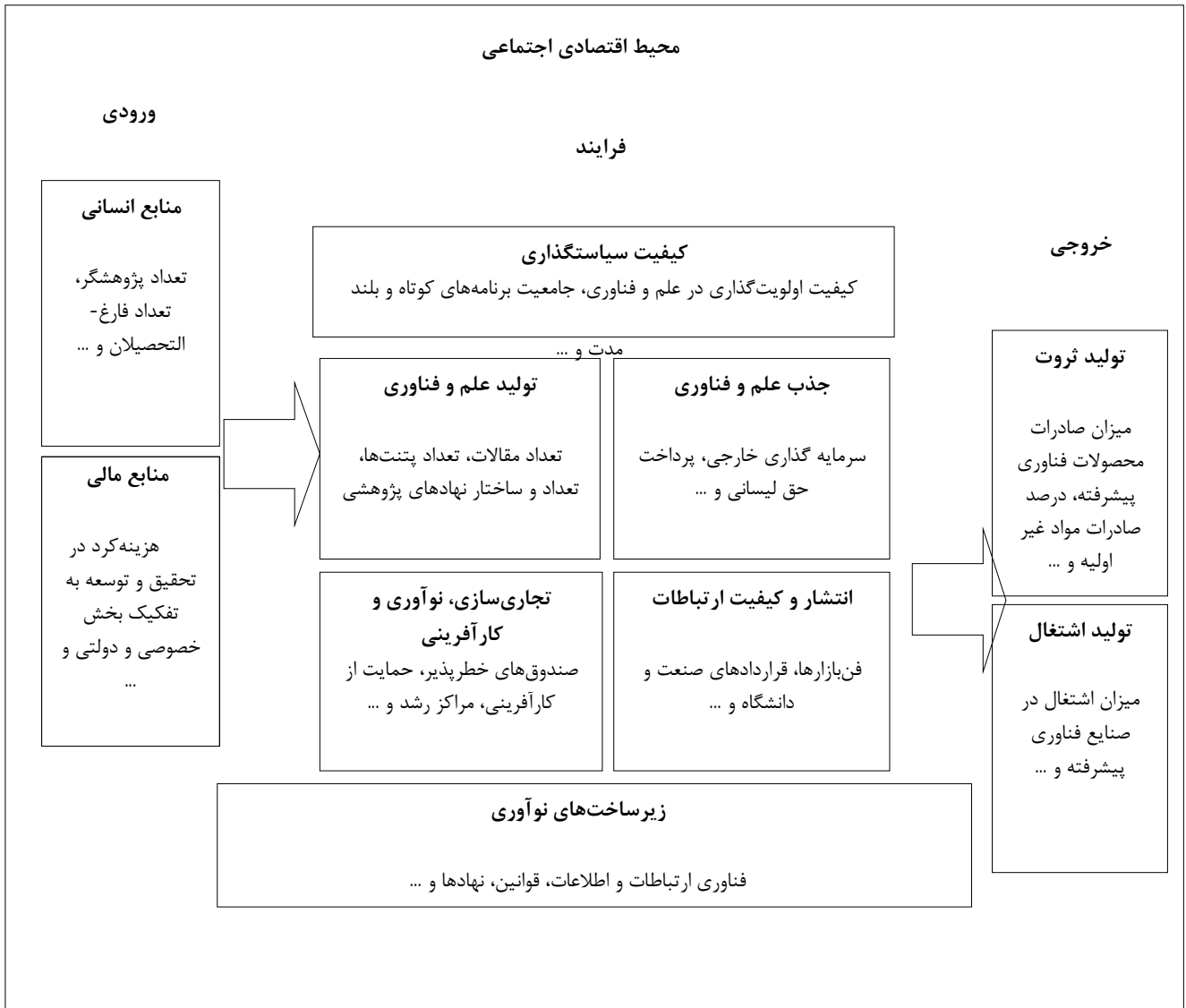
است. علاوه بر آن، تاکید ج.ا. ایران بر رشد درون‌زا ایجاب می‌کند که مولفه تولید فناوری مورد توجه جدی قرار گیرد. شاخص‌هایی چون میزان هزینه کرد در تحقیق و توسعه، تعداد نهادهای پژوهشی، میزان پتنت‌های ثبت شده در مراجع معتبر و ... شاخص‌هایی هستند که می‌توان براساس آن به ارزیابی این مولفه پرداخت.

## انتشار علم و فناوری و کیفیت ارتباطات: انتشار فناوری

به عنوان یکی از مهمترین پیش نیازها و عوامل موفقیت برنامه‌های توسعه اقتصادی کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود. یک نوآوری فناورانه وقتی می‌تواند موفق قلمداد شده و به هدف نهایی خود نائل آید که از طرف کاربران پذیرفته و از طریق جامعه کاربران منتشر شود. بر طبق تعریف سازمان توسعه و همکاری اقتصادی<sup>18</sup> انتشار فناوری به مفهوم پذیرش گسترده فناوری به وسیله کاربرانی غیر از منبع فناوری، برای تولید ثروت و بازگشت هزینه تحقیق و توسعه است [36]. این مولفه کیفیت ارتباطات بین بازیگران مختلف نظام نوآوری (مثل دانشگاه و صنعت) و همچنین میزان انتقال فناوری داخل مرزهای کشور را مورد سنجش قرار می‌دهد. شاخص‌هایی چون تعداد بولتن‌ها و مقالات تخصصی، تعداد نمایشگاه‌ها و کنفرانس‌های تخصصی، فن بازارهای تخصصی، میزان حمایت از صنایع برای استفاده از ماشین آلات، ابزارها و فناوری‌های جدید، میزان قراردادهای بین صنعت و دانشگاه و ... از جمله شاخص‌هایی هستند که براساس آن می‌توان به ارزیابی این مولفه پرداخت.

## تجاری سازی، نوآوری و کارآفرینی: تولید و یا جذب

فناوری مادامی که نتواند در تولید ثروت ملی نقش داشته باشد به هدف نهایی خود نرسیده است. فرایند کاربردی کردن فناوری‌ها و یا ورود محصولی با فناوری جدید به بازارهای رقابتی، به قدری پیچیده و هزینه‌بر است که اکثر کشورها برنامه‌هایی مختص به آن را تدوین کرده و نهادهایی را به این کار اختصاص داده‌اند. ایجاد پارک‌های فناوری، مراکز رشد، صندوق‌های خطر پذیر و ... از جمله نهادهایی هستند که بدین منظور شکل گرفته‌اند. شاخص‌هایی چون تعداد نهادهای مذکور، میزان حمایت‌های مالیاتی از بنگاه‌های دانش بنیان، میزان اسپین‌آف‌های دانشگاهی، میزان حمایت از فعالیت‌های کارآفرینانه و ... شاخص‌هایی هستند که می‌توان با استفاده از آن به ارزیابی این مولفه پرداخت. مدل ارائه شده در این مقاله را می‌توان به صورت یک طرح کلی در



شکل 2: طرحی از مدل پیشنهادی برای ارزیابی توان نوآوری ج.ا. ایران

تاریخ دریافت: 90/1/14 و تاریخ پذیرش: 91/4/7

## فهرست منابع

- [1] Barnal J. D.; *The Social Function of Science*, Routledge and Kegan Paul, London, 1939.
- [2] Bush V.; *Science: The Endless Frontier*, 1945.  
Available at: <http://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.html>
- [3] Carter C. F.; Williams B. R.; *Industry and Technical Process*, Oxford University, Oxford, 1975.
- [4] Stead H.; "The cost of Technological Innovation", *Research Policy*, Vol.29, No. 5, 1976.
- [5] Kline S. J.; Rosenberg N.; *An overview of innovation The Positive Sum Game*, 1986.
- [6] Freeman C.; *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, 1987.
- [7] Hippel E. V.; *Sources of Innovation*, Oxford University Press, Oxford, 1988.
- [8] Freeman C.; "The National Innovation Systems in historical perspective", *Cambridge Journal*.
- [9] Lundvall B.-Å.; *National Systems of Innovation*, (Ed.) (1992).
- [10] Nelson R.; *National Innovation Systems: A comparative study*, Oxford University, Oxford, (Ed.) (1993).
- [11] Etzkowitz H.; *Academic-industry relations: a sociological paradigm for economic*, 1994.
- [12] Legrand L.; Chatrte I.; *Business Networks and the Knowledge-Driven Economy*, 1999.

- [13] Desai M.; Fukuda-Parr S.; Johansson C.; Sagasti F.; "Measuring the technology achievement of nations and the capacity to participate in the network age", Journal of Human Development, Vol 3, No. 1, p.p. 95–122, 2002.
- [14] United Nations Development Program (UNDP); "Human Development Report. Making New Technologies Work for Human Development", Oxford University Press, New York, 2001.  
<http://www.undp.org>.
- [15] United Nations Development Program (UNDP); "Human Development Report 2003. Millennium Development Goals: A compact among nations to end human poverty", Oxford University Press, New York, 2003.
- [16] United Nations Industrial Development Organization (UNIDO); "Industrial Development Report 2002–2003", Competing through Innovation and Learning, Vienna, 2002.  
<http://www.unido.org>.
- [17] Lal S.; Albaladejo M.; *Indicators of relative importance of IPRs in developing countries*. Background Paper for ICTSD/UNCTAD Capacity Building Project on Trips and Development, 2001.
- [18] Wagner C.; Horlings E.; Dutta A.; "A science and technology capacity index: input for decision making", in press, 2004.
- [19] Porter and Stern; "The Determinants of National Innovative Capacity", policy research, No. 33, p.p. 899-933, 2002.
- [20] World Economic Forum (WEF); *The Global Competitiveness Report*, Oxford University Press, New York, 2001.
- [21] World Economic Forum (WEF); *The Global Competitiveness Report*, Oxford University Press, New York, 2002.
- [22] World Economic Forum (WEF); *The Global Competitiveness Report*, Oxford University Press, New York, 2003.
- [23] Viotti; "National Learning Systems, A new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea", Technological Forecasting & Social Change, 653–680, 2002.
- [24] OECD; Mexico's regional economic and innovation performance, 2009.
- [25] OECD; Measuring China's innovation system national specificities and international comparisons, 2009.
- [26] هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی شورای عالی انقلاب فرهنگی؛ اولین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران، 1382.
- [27] هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی شورای عالی انقلاب فرهنگی؛ ارزیابی علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران، دومین ارزیابی کلان، با نگاهی به توسعه متوازن علم و فناوری، 1385.
- [28] هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی شورای عالی انقلاب فرهنگی؛ ارزیابی علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران، سومین ارزیابی کلان، 1386.
- [29] میرسلیم سیدمصطفی؛ همکاران؛ الگوی ارزیابی و نظارت بر سیاست‌های کلی، مطالعه موردی سیاست‌های فناوری، کمیسیون نظارت دبیرخانه مجمع تشخیص مصلحت نظام، 1387.
- [30] صاحبکار خراسانی، سید محمد؛ منجم‌زاده، سید سعید؛ نظارت راهبردی بر نظام علم، فناوری و نوآوری کشور، معاونت علمی و فناوری رییس جمهور، 1388.
- [31] طباطباییان، سید حبیب...؛ همکاران؛ گزارش پایش جهانی توانمندی فناوری، انجمن مدیریت تکنولوژی ایران، 1388.
- [32] بیانات رهبر معظم انقلاب اسلامی؛ دیدار جوانان، اساتید، معلمان و دانشجویان دانشگاه‌های استان همدان، 83/4/17.  
قابل دسترسی در سایت: [www.leader.ir](http://www.leader.ir)
- [33] بیانات رهبر معظم انقلاب اسلامی؛ دیدار نخبگان جوان، 86/6/12.  
قابل دسترسی در سایت: [www.leader.ir](http://www.leader.ir)
- [34] بیانات رهبر معظم انقلاب اسلامی؛ دیدار نخبگان جوان دانشگاهی، 87/6/5.  
قابل دسترسی در سایت: [www.leader.ir](http://www.leader.ir)
- [35] OECD; *Diffusing Technology to Industry, Government Policies and Programs*, 1997.

