

مدلی برای ارزیابی توانمندی نوآوری در سطح ملی

علی بی‌تعب^۱

سید سپهر قاضی نوری^{۲*}

سعید شجاعی^۳

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 تأثیرگذار در نوآوری را برای ارزیابی مورد بررسی قرار نداده‌اند و لذا مدل‌ها برای شرایط خاص خود کاربرد دارد. 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 (سیستماتیک) بوده است، مؤلفه‌های نوآوری به صورت کلی در چهار دسته مؤلفه‌های ورودی، مؤلفه‌های خروجی، مؤلفه‌های فرایندی و مؤلفه‌های محیطی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. در ارائه چارچوب پیشنهادی سعی شده است تصویر روشنی از نقاط ضعف و قوت توانمندی نوآوری برای سیاستگذار ایجاد شود.

واژه‌های کلیدی

نوآوری، علم و فناوری، مدل‌های ارزیابی در سطح ملی، شاخص‌های توانمندی بومی، سیاستگذاری.

۱- دانشجوی دکترای سیاستگذاری علم و فناوری، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس.

۲- دانشیار گروه مدیریت فناوری اطلاعات دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس

* نویسنده عهده دار مکاتبات: Ghazinoory@modares.ac.ir

۳- دانشجوی دکترای کارآفرینی، دانشکده کارآفرینی، دانشگاه تهران

مقدمه

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 گرفت و کشورهای پیشرفته به دنبال مدل‌هایی بودند که ارزیابی مناسبی از میزان نوآوری در سطح ملی را انجام دهد. در کشور ما نیز با توجه به چشم انداز ۲۰ ساله افق ۱۴۰۴، می‌بایست شاخص‌های نوآوری در منطقه چشم اندازی در رتبه اول قرار گیرد. در حالی که در وضعیت کنونی، برخی از شاخص‌ها، همان‌گونه که در جدول ۱ نیز آورده شده، تا وضعیت مطلوب فاصله دارند.

جدول ۱. شاخص‌های مرتبط با ظرفیت نوآوری ملی

شماره	عنوان شاخص	آمار مربوطه	رتبه در منطقه ^۱	فاصله تا کشور اول منطقه
۱	تعداد ثبت اختراع (بین المللی)	۸ اختراع به ازای ۱ میلیون نفر	۷	۷۵ اختراع به ازای ۱ میلیون نفر
۲	سرانه تولید ناخالص داخلی	۷۹۶۸ دلار	۹	۱۸۳۵۳ دلار
۳	هزینه‌کرد در تحقیق و توسعه	۰/۷ درصد GDP	۳	۳/۸ درصد GDP
۴	هزینه‌کرد عمومی در آموزش	۴/۷ درصد GDP	۷	۴/۹ درصد GDP
۵	تعداد محققین	۱۲۷۹ به ازای ۱ میلیون نفر	۳	۶۴۸ در ۱ میلیون نفر

آمار فوق حاکی از این مهم است که به طور کلی وضعیت شاخص‌های مرتبط با نوآوری ملی با توجه به جایگاه در نظر گرفته شده برای کشور در چشم انداز بیست ساله افق ۱۴۰۴، وضعیت مناسبی ندارد. علاوه بر آنکه شاخص‌های خروجی در مقایسه با شاخص‌های ورودی وضعیت نامطلوبتری دارند. بر این اساس، هدف این مقاله آن است که با ارائه مدلی جامع، تصویر مناسبی از توانمندی نوآوری و عوامل موثر بر آن در سطح ملی با تاکید بر کشور ج.ا.ایران - ارائه شود.

۱- منطقه آسیای جنوب غربی شامل کشورهای: ایران، ترکیه، رژیم صهیونیستی، لبنان، سوریه، اردن، قبرس، قزاقستان، تاجیکستان، ارمنستان، ازبکستان، آذربایجان، ترکمنستان، قرقیزستان، گرجستان، عربستان، امارات متحده عربی، قطر، بحرین، کویت، عمان، یمن و پاکستان، عراق و افغانستان.

بر همین مبنا، ابتدا تاریخچه ای از نحوه شکل گیری و بلوغ مفهوم نوآوری در سطح ملی ارائه شده و سپس مدل های مختلفی که برای ارزیابی توان نوآوری در سطح ملی ارائه شده است مورد نقد و بررسی قرار می گیرد. از آنجا که کشور ایران از نظر ساختارهای نوآوری و اقتصادی جزو کشورهای در حال توسعه است، مقاله حاضر مدل های توسعه داده شده برای این کشورها را بیشتر مورد بررسی قرار می دهد. پس از آن فعالیت های انجام شده تاکنون برای ارزیابی نوآوری در کشور به صورت مختصر مورد بررسی قرار می گیرد. در نهایت با در نظر گرفتن نقاط ضعف و قوت مدل های بررسی شده و با توجه به ملاحظات بومی کشور ایران سعی می شود چارچوب مفهومی مناسبی برای ارزیابی توان نوآوری در کشور فراهم شود.

پیشینه پژوهش

نظریه های 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 می دانستند. در این نگاه فشار علم به عنوان نیروی محرکه نوآوری مطرح شد (Barnal 1939). یکی از پیشگامان طرح این الگو، با بهره گیری از آمار نوآوری ملی در انگلستان، ادعا نمود که میزان و شدت نوآوری ملی، ارتباط مستقیمی با فعالیتهای تحقیق و توسعه دارد. هم چنین بوش^۱ در گزارشی به عنوان مشاور رئیس جمهور ایالات متحده، چنین دیدگاهی را مطرح و از آن دفاع می کند (Bush 1945). اما در اواسط دهه ۶۰، وزارت دفاع آمریکا^۲ با انجام مطالعه نسبتاً گسترده بر بیست فناوری تسلیحاتی توسعه یافته در هشت سال گذشته، این طور نتیجه گیری نمود که تنها ۰.۳٪ از نوآوری ها نتیجه پژوهشهای بنیادی غیرهدفمند بوده است. (Carter 1957) همچنین یکی از مطالعات منتشر شده توسط وزارت بازرگانی و تجارت ایالات متحده در سال ۱۹۶۷ به کمک آمار نشان داد که تنها ۱۰ درصد از هزینه نوآوری مربوط به تحقیقات است. (Stead 1976) بنابراین با توجه به مشاهده نقیصه هایی در دیدگاه های مطرح شده در فشار علم، این تفکر نیز مورد حمایت قرار گرفت که ایده های منجر به رفع معضلات موجود، برآمده از بازار (طرف تقاضا) است. پس از آن و در دهه ۷۰ میلادی افرادی همچون فریمن و کلاین با وارد آوردن انتقاداتی بر الگوی خطی، الگوی دیگری به نام الگوی تعاملی زنجیره ای^۳ را مطرح نمودند که در آن علاوه بر تأکید بر غیرخطی بودن فرایند نوآوری، کشش تقاضا^۴ نیز، در کنار فشار علم/فناوری^۵، به عنوان یکی از اصلی ترین نیرو محرکه های نوآوری مطرح شد (Kline and Rosenberg 1986, Freeman 1987, Hippel 1988).

1-Bush

2-Department of defense

3-Interactive Chan-Linked

4-Demand Pull

5- Science/Technology Push

نگرش نظام مند(سیستمی) به فرایند نوآوری و عوامل تعیین کننده آن، الگوی دیگری بود که در اواخر دهه هشتاد و اوایل دهه نود میلادی توسط برخی از صاحبزنان سیاستگذاری علم، فناوری و نوآوری از قبیل فریمن(1995)، لاندوال(1992) و نلسون(1993) مطرح شده و منجر به شکل گیری نظریه نظام ملی نوآوری گردید.

پس از آن در دهه ۹۰ میلادی، متخصصین حوزه نوآوری، در تلاش برای شناسایی سازوکارهای پیچیده ای بودند که طی آن دانش ایجاد شده در دانشگاه به بنگاه های صنعتی راه یافته و موجبات توانمندی آن ها را فراهم می نماید. برای این اساس ابتدا بحث ارتباط صنعت و دانشگاه مطرح شد و سپس مدل "دولت-صنعت-دانشگاه" و سپس چارچوب جامعتر آن یعنی "نهاد علمی- دولت-جامعه" مطرح گردید (Etzkowitz 1994). در این دیدگاه با توجه به اهمیت شرایط رقابتی کنونی که دیگر دسترسی به ابزارهای فنی به عنوان یک مزیت رقابتی جدی به حساب نمی آید، ادعا می کنند که دسترسی های ارتباطی و شبکه های همکاری موجب ایجاد مزیت رقابتی برای بنگاه ها و سایر بازیگران شده اند. (Legrand 1999) تطور مدل ها و الگوهای مربوط به نوآوری در سطح ملی، فهم دانشمندان و سیاستگذاران از فرایندها و سازوکارهای مربوط به ایجاد نوآوری را ارتقا داده است. به موازات این الگوها، مدل هایی نیز برای ارزیابی توانمندی نوآوری در سطح ملی توسعه یافته است. این مدل ها عمدتاً به دنبال اندازه گیری کمی نوآوری و مؤلفه های موثر بر آن بوده اند و از این طریق، ملاکی برای مقایسه کشورها با یکدیگر فراهم آورده است.

بررسی مدل های بین المللی ارزیابی توانمندی نوآوری در سطح ملی

مدل های مختلفی برای ارزیابی توان نوآوری کشورها و مقایسه بین آنها تدوین و مورد استفاده قرار گرفته است. این مدل ها سعی داشته اند عوامل و مؤلفه های تاثیرگذار بر نوآوری یک کشور را مد نظر داشته و از طریق شاخص های کمی اقدام به ارزیابی آن مؤلفه ها نمایند. از آنجا که هدف از این مدل ها در نهایت رتبه بندی کشورهای مختلف بوده است، لذا سعی بر این بوده که در انتخاب ابعاد و مؤلفه های موثر در نوآوری و همچنین انتخاب شاخص های مربوطه، محدودیت های موجود در دسترسی به آمار را مد نظر قرار دهند. مقایسه مدل های ارائه شده به خوبی نشان می دهد که این مدل ها متناسب با ساختار کشورهای هدف تدوین شده اند و لذا برداشت یکسانی از قابلیت ملی نوآوری ندارند. برای مثال مدل های استفاده شده برای کشورهای پیشرفته تفاوت های بیشتری با مدل های استفاده شده برای کشورهای در حال توسعه دارند. در ادامه برخی از مدل های متداول برای ارزیابی قابلیت نوآوری در سطح ملی تبیین و مورد بررسی قرار می گیرد.

- **شاخص دستیابی به فناوری (برنامه توسعه ملل متحد):**^۱ در این مدل، نویسنده برای رتبه بندی کشورها در سطح دستیابی به فناوری، چهار مؤلفه تولید فناوری (اندازه گیری بر اساس میزان ثبت اختراعات ملی و میزان درآمد حاصل از فروش حق اختراع و حق پروانه بهره برداری)، نفوذ فناوری های جدید (اندازه گیری بر اساس میزان کاربران اینترنت و میزان صادرات محصولات با فناوری متوسط و بالا)، نفوذ فناوری های قدیمی (اندازه گیری بر اساس خطوط اصلی تلفن و میزان مصرف برق) و مهارت های انسانی (اندازه گیری بر اساس میزان سالهای تحصیلی و ثبت نام آموزش عالی) را مد نظر قرار داده است (Desai et al. 2002, UNDP 2001, 2003).
- **نشانگر توسعه صنعتی (سازمان توسعه صنعتی ملل متحد):**^۲ در این مدل که در گزارش سازمان توسعه صنعتی ملل متحد مورد استفاده قرار گرفته است هشتاد و هفت کشور برای ارزیابی مد نظر قرار گرفته اند. از مشخصات اصلی این مدل وجود مؤلفه ای برای نشان دادن فضای رقابت صنعتی است. در مدل مذکور چهار مؤلفه فعالیتهای فناورانه (اندازه گیری بر مبنای میزان ثبت اختراعات در آمریکا و میزان اعتبارات اختصاص داده شده به تحقیق و توسعه)، کارآیی صنعت رقابتی (اندازه گیری 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)، واردات فناوری (اندازه گیری بر مبنای میزان سرمایه گذاری خارجی، میزان پرداخت های خارجی برای حق اختراع، کالاهای سرمایه ای) و مهارت ها و زیرساخت ها (اندازه گیری بر مبنای میزان ثبت نام رشته های فنی و مهندسی در آموزش عالی و میزان خطوط اصلی تلفن) مد نظر گرفته شده است (UNDP 2002).
- **شاخص ظرفیت علم و فناوری**^۳ (موسسه رند): مدل وگنر و همکاران (2004) که برای موسسه رند تدوین شده و بر مبنای آن هفتاد و شش کشور رتبه بندی شده اند، شامل هشت شاخص بوده که در سه مؤلفه اصلی شامل عوامل توانمندساز (اندازه گیری بر مبنای تولید ناخالص داخلی و میزان ثبت نام آموزش عالی)، منابع (اندازه گیری بر مبنای میزان مخارج تحقیق و توسعه، تعداد نهادهای علمی و تعداد دانشمندان و مهندسان) و انباشت دانش (اندازه گیری بر اساس ثبت اختراع، انتشارات علمی و میزان مقاله های مشترک) تقسیم بندی شده است.

1 UNDP Technology Achievement Index

2-UNIDO Industrial Development Scoreboard

3-Science and Technology Capacity Index

- **مدل ظرفیت ملی نوآوری:** مدل "ظرفیت ملی نوآوری" در سال ۲۰۰۲ 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 مؤلفه اصلی که هر کدام دارای شاخص‌هایی هستند مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. این مؤلفه‌ها شامل زیرساخت‌های عمومی نوآوری (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 ...)، محیط تخصصی نوآوری (اندازه‌گیری بر مبنای در صد هزینه کرد صنعت/بخش خصوصی در تحقیق توسعه، نسبت اختراعات ثبت شده در رشته‌های الکترونیک، مکانیک و شیمی به کل اختراعات ثبت شده و ...) و کیفیت ارتباطات (اندازه‌گیری بر مبنای میزان قرار دادهای پژوهشی بین بخش خصوصی/صنعت و دانشگاه) می‌باشد (Porter and Stern 2002).
- **شاخص فناوری (مجموع جهانی اقتصاد):** شاخص فناوری نشست جهانی اقتصاد شامل سه مؤلفه ظرفیت نوآوری (اندازه‌گیری بر اساس اختراعات ثبت شده در آمریکا، سهم ثبت نام در آموزش عالی و نظر سنجی)، نفوذ فناوری ارتباطات و اطلاعات (اندازه‌گیری بر مبنای نفوذ اینترنت، تلفن، کامپیوتر شخصی و نظر سنجی) و انتقال فناوری (اندازه‌گیری بر مبنای میزان صادرات محصولات غیر اولیه و نظر سنجی) است (WEF 2001, 2002, 2003).
- **نظام ملی یادگیری:** بر اساس فرضیه‌های 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 اختراع عملکرد مناسب برای کشورهای در حال توسعه را نشان نمی‌دهد. به طور کلی نوآوری پدیده‌ای است که کشورهای در حال توسعه فاصله زیادی با آن دارند و فرایند توسعه فناوری در این کشورها اساساً باید بر روی یادگیری متمرکز باشد تا بر روی نوآوری ویوتی^۴ (2002) 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 مؤلفه زیر را برای ارزیابی توان ملی نوآوری پیشنهاد می‌دهد.

1- National Innovative Capacity Index

2- WEF Technology index

3- National Learning System

4- Viotti

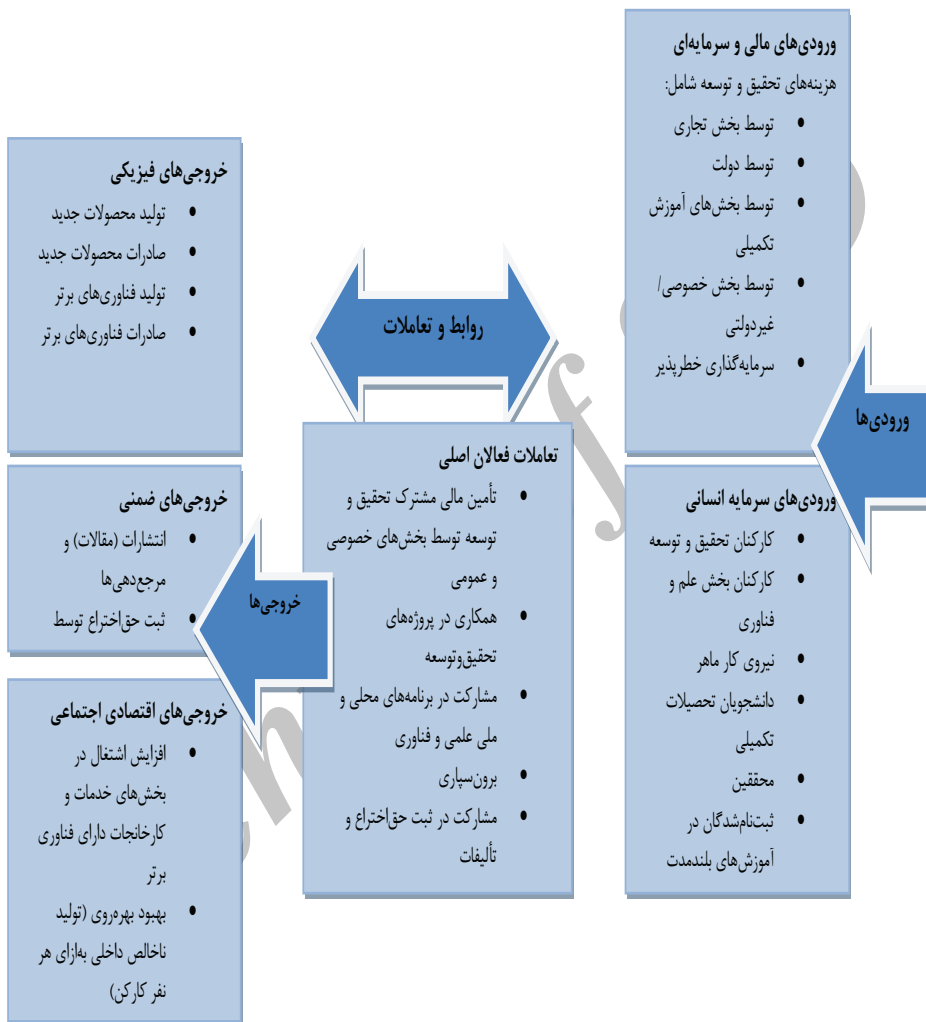
الف- الگوی ملی تحصیل و آموزش نیروی کار (اندازه گیری بر مبنای میزان مدارک دانشگاهی در رشته های مهندسی، درصد دانشجویان خارج از کشور، درصد هزینه کرد دولت در تحصیل، نرخ خالص ثبت نام، نرخ ترکیبی ثبت نام، شاخص توسعه انسانی، رتبه شاخص توسعه انسانی، شاخص آموزش)

ب- الگوی ملی اکتساب فناوری (بر مبنای نسبت واردات کالاهای سرمایه ای به GDI، سرمایه گذاری خارجی به عنوان درصدی از GDP)

ج- الگوی ملی تخصیص منابع برای یادگیری فناورانه. (اندازه گیری بر مبنای میزان هزینه تحقیق و توسعه به تفکیک منابع، پژوهشگران شاغل در تحقیق و توسعه، پژوهشگران بر اساس مکان فعالیت)

د- شاخص های پیامدهای تلاش فناورانه (اندازه گیری بر مبنای اختراعات ثبت شده، در صد صادرات فناوری برتر از کل صادرات صنعتی)

- **مدل سازمان همکاری های اقتصادی و توسعه:** نمودار یکی از مدل هایی که توسط سازمان همکاری های اقتصادی و توسعه در سال ۲۰۰۹ ارائه شده، مدلی مبتنی بر رویکرد سیستمی است. این مدل که در نمودار ۱ قابل مشاهده است شامل سه بخش ذیل است: ورودی ها، ارتباطات و تعاملات و در نهایت خروجی ها. شمای کلی این مدل در نمودار زیر آورده شده است (OECD 2009a, 2009b).



نمودار ۱: مدل OECD برای ارزیابی توانمندی نوآوری در سطح ملی

یکی دیگر از مدل‌های مبتنی بر دیدگاه سیستمی که توسط سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه برای ارزیابی توان نوآوری کشور چین ارائه گردیده است، علاوه بر سه محور فوق‌الذکر، سه دسته شاخص ذیل نیز تحت 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، نانوفناوری و بیوفناوری)

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

• **مدل شاخص جهانی نوآوری^۱ (سازمان جهانی مالکیت فکری):** در مدل ارائه شده از سوی سازمان جهانی مالکیت فکری در گزارش شاخص جهانی نوآوری (WIPO 2012) به منظور رتبه بندی کشورها از دو مؤلفه کلی ورودی‌های نوآوری و خروجی‌های نوآوری استفاده شده است. هر کدام از این دو مؤلفه شامل زیر شاخه‌هایی است که در زیر بدان اشاره شده است.

الف- مؤلفه ورودی نوآوری شامل پنج بخش: نهادها (محیط سیاسی، محیط مقررات گذاری، محیط کسب و کار)، سرمایه انسانی و تحقیقات (آموزش، آموزش ابتدایی، تحقیق و توسعه)، زیرساخت (فناوری اطلاعات و ارتباطات، زیرساخت‌های عمومی، پایداری بوم شناختی)، بلوغ بازار (اعتبار، سرمایه گذاری، تجارت و رقابت)، بلوغ کسب و کار (شاغلین دانش بنیان، ارتباطات نوآوری، جذب دانش)
ب- مؤلفه خروجی نوآوری شامل دو بخش: خروجی دانش و فناوری (خلق دانش، تاثیر دانش، نفوذ دانش)، خروجی‌های خلاقانه (خلاقیت نامشهود، محصولات و خدمات خلاقانه، خلاقیت برخط)

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

خلاصه‌ای از اشتراک‌ها و تفاوت‌های موجود در مدل‌های بررسی شده در جدول ۲ نشان داده شده است. جدول مذکور در یک نگاه نشان می‌دهد که مدل‌های بررسی شده برای اندازه‌گیری توان ملی نوآوری اشتراک‌های زیادی داشته و بسیاری از مؤلفه‌های به کار برده شده دارای مفاهیمی نزدیک به هم هستند، به گونه‌ای که شاخص‌های مورد استفاده در هر کدام از مدل‌ها را می‌توان در هفت بخش دسته بندی نمود (جدول ۲). در ادامه سعی بر این است که با در نظر گرفتن جدول ۲، تحلیلی مختصر از مدل‌های ارائه شود.

جدول ۳: مقایسه مدل‌های مورد بررسی (ارائه شده توسط مؤلفین)

ارائه دهنده	UNDP	UNIDO	RAND	Porter	WEF	Viotti	OECD	GII
نام طرح	شاخص دستیابی به فناوری UN-DO	نشانگر توسعه صنعتی UN-DO	شاخص ظرفیت علم و فناوری	شاخص ظرفیت ملی نوآوری	شاخص فناوری WEF	نظام ملی یادگیری	مدل ارزیابی نوآوری	شاخص جهانی نوآوری
منابع مالی	-	منابع: هزینه کرد تحقیق و توسعه و فعالیت‌های فناورانه؛ هزینه کرد تحقیق و توسعه (شرکت) خصوصی	منابع: هزینه کرد تحقیق و توسعه	محیط تخصصی نوآوری در صد هزینه کرد صنعت بخش خصوصی در تحقیق و توسعه	-	الگوی ملی تخصص منابع برای یادگیری فناورانه؛ منابع تحقیق و توسعه به تنگنای منابع؛ محققان شامل در تحقیق و توسعه، پژوهشگران بر اساس مکان فعالیت	ورودی‌های مالی و سرمایه‌های: منابع تحقیق و توسعه به تنگنای بخش‌های آموزش عالی؛ بخش‌های غیرانتفاعی و سرمایه‌های خطرپذیر	اعتبار، سرمایه گذاری
سرمایه انسانی	مهارت‌های انسانی؛ مهارت‌های تخصصی، میزان ثبت نام آموزش عالی	مهارت‌ها؛ میزان ثبت نام فنی در آموزش عالی	عوامل 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؛ در صد مشارک دانشگاهی در رشته‌های مهندسی؛ در صد دانشجویان خارج از کشور؛ در صد هزینه کرد 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	آموزش، آموزش ابتدایی، شاغلین دانش بینان
تولید علم و فناوری	تولید فناوری؛ اختراعات ملی، میزان دریافت حق اختراع و حق بهره‌برداری	شاخص فعالیت‌های فناورانه؛ اختراعات آمریکا	دانش انباشته؛ اختراعات آمریکا؛ مقالات علمی.	محیط تخصصی نوآوری: نسبت اختراعات ثبت شده در رشته‌های الکترونیک، مکانیک و شیمی به کل اختراعات	نوآوری: اختراعات آمریکا	شاخص‌های پیامدهای تلاش فناورانه؛ اختراعات ثبت شده.	خروجی‌های ضمنی: انتشارات (مقالات) و مرجع‌دهی‌ها ثبت حق اختراع توسط بخش‌ها	تحقیق و توسعه، خلق دانش، خلافت نامشهود، محصولات و خدمات خلاقانه

<p>جنبه دانش</p>	<p>-</p>	<p>الگوی ملی اکتساب فناوری: نسبت واردات کالاهای سرمایه ای به GDI، سرمایه گذاری خارجی به عنوان درصدی از GDP</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>دانش انباشته: مقالات مشترک بین المللی</p>	<p>واردانفناوری: سرمایه گذاری خارجی، بر داخلیهای خارجی، حق بهره برداری، کالاهای سرمایه ای</p>	<p>-</p>	<p>جنبه فناوری از کشورهای دیگر</p>
<p>فناوری اطلاعات و ارتباطات، زیرساخت های عمومی، یاداری بوم شناختی، محیط سیاسی، محیط مقررات گذاری</p>	<p>فناوری های عام، فناوری اطلاعات و ارتباطات، فناوری زیرساخت ها، توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، نظام آموزشی، نظام مالی و نظام تحقیقاتی، محیط سیاست گذاری و بازار، سیاست گذاری علم و فناوری، چارچوب قلمه گذاری و قانون گذاری، تغییرات: نظام ملی نوآوری</p>	<p>فناوری اطلاعات و ارتباطات: اینترنت، کامپیوترهای شخصی، تلفن.</p>	<p>زیرساخت های عمومی نوآوری: میزان حمایت از مالکیت فکری</p>	<p>منابع: تعداد نهاده های سرانه</p>	<p>زیر ساخت: خطوط اصلی تلفن</p>	<p>شاخص رقابت در صنعت: ارزش افزوده مصنوعات MVA، سهم فناوریهای متوسط و بالا در صادرات مصنوعات، سهم فناوریهای متوسط و بالا در صادرات</p>	<p>نمود فناوریهای جدید و قدیم: اینترنت، تلفن، مصرف برق</p>	<p>زیر ساخت / کیفیت سیاست گذاری</p>
<p>محیط کسب و کار، تجارت و رقابت</p>	<p>خروجی های فیزیکی، تولید محصولات جدید، صادرات برتر، صادرات فناوری های برتر - خروجی های اقتصادی - اجتماعی، افزایش اشتغال در بخش های خدمات و کارخانجات دارای فناوری برتر، بهبود بهره وری (تولید ناخالص داخلی به ازای هر نفر کارکن)، سرریز در بخش ها و بین بخش ها</p>	<p>انتقال فناوری: صادرات محصولات غیر اولیه</p>	<p>زیرساخت های عمومی نوآوری: تولید ناخالص داخلی</p>	<p>عوامل توانمند ساز: تولید ناخالص داخلی</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>نمود فناوریهای جدید و قدیم: سهم صادرات فناوری متوسط و بالا</p>	<p>تجاری سازی، محیط اقتصادی و صنعتی</p>
<p>ارتباطات نوآوری، نمود دانش</p>	<p>ارتباطات و تعاملات: تعاملات بازرگان، کلیدی رانیمین مالی، مشتری تحقیق و توسعه توسط بخش های خصوصی و عمومی، همکاری در پروژه های تحقیق و توسعه، مشارکت در برنامه های محلی و ملی علمی و فناوری، بروز نسبی، مشارکت در ثبت حق اختراع و تألیفات</p>	<p>-</p>	<p>کیفیت ارتباطات: میزان قرار دادهای پژوهشی، بین بخش خصوصی / صنعت و دانشگاه</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>انتشار فناوری (کیفیت) ارتباطات</p>	

• تحلیل شاخص دستیابی به فناوری

محدودیت در جمع آوری آمار برای کشورهای متعدد عامل اصلی محدود کننده تعداد مؤلفه ها بوده است. همچنین عدم توجه به مؤلفه جذب فناوری در این مدل، گویای آن است که مدل مذکور برای کشورهای کمتر توسعه یافته مدل مناسبی نیست. از طرفی، این مدل فاقد شاخص های منابع مالی و کیفیت ارتباطات است.

• نشانگر توسعه صنعتی

این مدل در زمره غنی ترین مدل ها به لحاظ تعدد مؤلفه ها قرار دارد. مدل مذکور توجه ویژه ای به مؤلفه های محیطی نوآوری داشته است. از مزیت های دیگری که می توان برای این مدل برشمرد، توجه همزمان این مدل به دو مؤلفه تولید و جذب فناوری است. این ویژگی باعث می شود 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 مؤلفه ارتباطات و انتشار فناوری، از نقاط ضعف آن قلمداد می شود.

• شاخص ظرفیت علم و فناوری

مدل ارائه شده توسط موسسه رند نیز مؤلفه های زیادی را مدنظر قرار داده است؛ اما نوع شاخص های استفاده شده در برخی از مؤلفه ها قابل نقد و بررسی است. یکی از شاخص هایی که این مدل را از سایر مدلها متمایز می سازد، استفاده از شاخص تعداد نهادهای سرانه می باشد. از جمله شاخص های دیگری که در این مدل به کار رفته است، شاخص مقالات بین المللی است. اگر چه این شاخص تا حدی مفهوم جذب فناوری را به ذهن متبادر می سازد اما عدم توجه به شاخص های اصلی جذب فناوری در مدل مذکور، حاکی از آن است که کمتر می توان از این مدل برای کشورهای در حال توسعه استفاده نمود.

• شاخص ظرفیت ملی فناوری

از آنجا که این مدل برای کشورهای پیشرفته تدوین شده است، مؤلفه جذب فناوری را مدنظر قرار نداده است. در این مدل به موضوعات و مؤلفه هایی پرداخته شده که در مدل های دیگر بدان توجهی نشده است. از جمله آن می توان به مؤلفه کیفیت ارتباطات (انتشار فناوری) اشاره نمود. مسئله دیگری که مورد توجه این مدل است، کیفیت سیاستگذاری دولت است. این مدل، کیفیت سیاستگذاری را تحت عنوان زیر ساختهای عمومی معرفی و از شاخص هایی چون میزان حمایت از مالکیت فکری برای ارزیابی این مؤلفه استفاده کرده است.

• شاخص فناوری

در این مدل مؤلفه انتقال فناوری وجه تمایز کشورهای در حال توسعه در نظر گرفته شده و در اندازه گیری ها وزن بیشتری برای آن در نظر گرفته شده است؛ اما

شاخص به کار گرفته شده برای اندازه گیری میزان انتقال و جذب فناوری (میزان صادرات محصولات غیر اولیه) شاخص مناسبی برای این مؤلفه به نظر نمی‌رسد. عدم توجه به مؤلفه‌هایی چون منابع مالی و کیفیت ارتباطات، این مدل را جزو مدل‌هایی قرار داده که در شرایط خاص خود قابلیت استفاده دارند.

• 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، ارتقای سرمایه انسانی و جذب فناوری منجر به یادگیری و ارتقای فناوریهای جذب شده می‌شود. مدل مذکور اگر چه می‌تواند مفهوم جذب و ارتقای فناوری در سطح ملی را تنظیم نماید؛ اما نمی‌تواند توضیح دهنده یک نظام باشد، حتی در مورد کشورهای در حال توسعه که مؤلفه جذب فناوری اهمیت ویژه‌ای دارد.

• مدل سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه

مدل اخیر تنها مدلی است که به شاخص‌های سیاستگذاری و فناوری‌های عام به عنوان 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 به عنوان بخشی از خروجی‌های واقعی نظام علم و فناوری از دیگر نقاط قوت این مدل به شمار می‌رود. به نظر می‌رسد با توجه به سطح توسعه یافتگی کشورهای عضو این سازمان، در این مدل نیز جذب فناوری مورد توجه قرار نگرفته است.

• مدل شاخص جهانی نوآوری

در این مدل به لحاظ تعدد شاخص‌ها (در تمام هفت بخش جدول شماره ۲ دارای شاخص است.) و ابعاد در نظر گرفته شده برای ارزیابی کشورها مدلی غنی قلمداد می‌شود. اگر چه تفکیک ارائه شده برای شاخص‌ها به دو مؤلفه کلی ورودی‌ها و خروجی‌ها منجر به ساده‌سازی بیش از حد این مدل شده؛ اما فهم نظام مندی از فرایندها و سازوکارهای نوآوری به دست نمی‌دهد.

بررسی وضعیت ارزیابی توان نوآوری در ایران

نهادهای متعددی با عناوین مختلف سعی در ارزیابی توان نوآوری در کشور را داشته‌اند. در این تحقیق مهمترین برنامه‌های موجود در کشور بررسی شده‌اند که در ادامه برخی از آنها آورده می‌شود.

• شورای عالی انقلاب فرهنگی

در این خصوص این شورا اقدام به 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 ۱۳۸۱ کرده است (گزارش هیئت نظارت ۱۳۸۲). 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 پنج دسته شاخص‌های یادشده، 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 (گزارش‌های هیئت نظارت ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶).

• **مجمع تشخیص مصلحت نظام**

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 ۱۳۸۷ بوده است. در این مطالعه دوازده محور و شصت و هفت زیرمحور برای تدوین شاخص‌های فناوری انتخاب و در نهایت صد و سی و یک نماگر برای محاسبه هفت شاخص ترکیبی مورد استفاده قرار گرفته و میانگین آمار کشورهای آمریکا، ژاپن و اروپا به عنوان حد مطلوب نماگرها در نظر گرفته شده است. مؤلفه‌های مدنظر این مجمع برای ارزیابی، مشتمل بر موارد دوازده گانه ذیل است: عملکرد کلی اقتصاد، آموزش و منابع انسانی، تولید علم و فناوری، تعاملات علم و فناوری، زیرساخت‌های مالی و اقتصادی توسعه فناوری، زیرساخت‌های اجتماعی و فرهنگی در توسعه فناوری، زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، تولید و صادرات فناوری‌های پیشرفته، مالکیت فکری، نوآوری محصول / فرآیند و کارآفرینی، آینده پژوهی فناوری و در نهایت توسعه، انرژی و محیط زیست (میرسلیم و همکاران ۱۳۸۷).

• **سایر موارد**

تهیه گزارش «پایش جهانی توانمندی فناوری» (طباطبایان و همکاران ۱۳۸۸) به عنوان یکی از اولین تجربیات روشمند و علمی داخل کشور برای بررسی توانمندی‌های فناوری ایران با سایر کشورها، به ویژه کشورهای در حال توسعه و دارای ابعاد اقتصادی مشابه، توسط انجمن مدیریت فناوری ایران و تهیه گزارش «نظارت راهبردی بر نظام علم، فناوری و نوآوری کشور» توسط معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری (صاحبکار و همکاران ۱۳۸۸) که در آن ضمن مرور مطالعات قبلی، چارچوبی برای ارزیابی علم و فناوری و نوآوری در کشور ارائه شده است.

تحلیل برنامه‌های ارزیابی توان نوآوری در کشور

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 مؤلفه‌های ارزیابی مطرح شده داخلی 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. 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 مؤلفه‌های ارزیابی از مهم‌ترین ایراداتی است که به اکثر مدل‌های ارائه شده وارد است.

ملاحظات بومی ارزیابی توان نوآوری در کشور

همان‌گونه که در بخش‌های پیشین مقاله آمارهای وضعیت نوآوری در کشور ارائه گردید، شاخص‌های خروجی نوآوری کشور در مقایسه با شاخص‌های ورودی وضعیت نامطلوبتری دارند. در این راستا، به منظور طرح مسائل خاص بومی کشور در فرایند طراحی مدل، اقدامات ذیل انجام شد:

۱. پانل ارزیابی تحقیق متشکل از دوازده خبره حوزه سیاستگذاری نوآوری دارای حداقل مدرک کارشناسی ارشد با سوابق اجرایی بیش از ده سال تشکیل شد. با توجه به مباحث مطروحه، اعضای حاضر در پانل ارزیابی تحقیق توجه مضاعف به سه گروه شاخص ذیل را در طراحی مدل ارزیابی توان ملی نوآوری برای کشور ضروری دانستند:

- شاخص‌های فرایندی (در دو گروه اصلی و پشتیبان)
- شاخص‌های خروجی (در گروه‌های نهادی، اقتصادی)
- شاخصهای مربوط به کیفیت سیاستگذاری

۲. اسناد بالادستی سیاستگذاری و برنامه‌های ملی کشور در حوزه نوآوری بررسی و نکات ذیل استخراج گردید. اهم ویژگی‌هایی را که در ارزیابی قابلیت نوآوری ج.ا. ایران باید بدان توجه کرد می‌توان به صورت زیر برشمرد.

- ج.ا. ایران در نوآوری جزء کشورهای در حال توسعه است و به همین دلیل انتقال و جذب فناوری (یادگیری) می‌تواند راه میانبری برای ارتقای قابلیت ملی نوآوری قلمداد شود (نقشه جامع علمی کشور، اسناد پشتیبان ۱۳۹۰).
- 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 داخلی 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 درون‌زا و تولید علم و فناوری مورد تاکید می‌باشد (جهاد دانشگاهی ایران ۱۳۹۰).

- 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 (طباطبایان ۱۳۹۰).
- 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 در تبیین مدلی برای ارزیابی نوآوری تاکید بر کشش تقاضا و تجاری سازی فناوری می تواند درک بهتری از نقاط ضعف و قوت نظام نوآوری کشور ج.ا. ایران ایجاد کند (بیانات رهبر انقلاب).

ارائه مدل ارزیابی قابلیت ملی نوآوری

در این مقاله مدل های مختلفی برای ارزیابی توان ملی نوآوری مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه مدل های مختلف نشان داد که برخی از این مدل ها، مؤلفه های محدودتری را برای ارزیابی قابلیت ملی نوآوری در نظر گرفته اند. چنین به نظر می رسد که این مدل ها تمامی مؤلفه های تاثیرگذار برای ارزیابی نوآوری در سطح ملی را مد نظر قرار نداده اند و تنها با هدف رتبه بندی کشورها تدوین شده اند. در مقابل مدلی وجود دارند مانند مدل ظرفیت ملی نوآوری Porter که مؤلفه ها و ابعاد معناداری از قابلیت نوآوری در سطح ملی را مورد ارزیابی قرار داده است. این مدل ها مدعی بوده اند که فاکتورهای اصلی تاثیرگذار در نوآوری را شناسایی و مورد ارزیابی قرار داده اند. مدل پیشنهادی این مقاله نیز سعی دارد تمام مؤلفه های 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.

تبیین مدل پیشنهادی

ارزیابی نظام مند (سیستمی) مستلزم توجه به چهار رکن محیط، خروجی، ورودی و مؤلفه های فرایندی است.

محیط: نوآوری موتور محرک اقتصادهای مبتنی بر دانش می باشد. از طرفی محیط اجتماعی-اقتصادی نیز به صورت متقابل بر سطح نوآوری و مؤلفه های آن اثرگذار است. عوامل موثر در نوآوری نمی تواند بدون تحلیل و بررسی مؤلفه ها و مشخصه های اقتصادی-اجتماعی یک کشور ارزیابی شود. بر این اساس در ارزیابی توان

ملی نوآوری بایستی مؤلفه های محیطی موثر بر نوآوری نیز مد نظر قرار گیرد (Ghazinoory et al. 2012). ضمن مرور جامع عوامل محیطی کلیدی در سطح ملی، چهار عامل ذیل را برای ارزیابی محیطی پیشنهاد نموده اند. با توجه به جامعیت این مدل، پیشنهاد می شود ارزیابی محیطی به کمک این عوامل انجام گیرد. عوامل مذکور در چهار گروه ذیل قرار می گیرند:

- عوامل کلان اقتصادی
- بازار و تجارت
- عوامل نهادی و مدیریتی
- منابع انسانی

شرح عوامل و شاخص های مربوط به هر یک از ابعاد فوق به تفصیل در تحقیق مورد اشاره آورده شده است.

خروجی: خروجی نهایی نظام نوآوری در یک کشور همان خروجی هایی است که نظام نوآوری بر نظام اجتماعی-اقتصادی آن کشور خواهد داشت. این خروجی را می توان ارزش افزوده ناشی از نوآوری در نظام اقتصادی دانست و مورد ارزیابی قرار داد.

ورودی: نهادهای حاکمیتی و سیاستگذار سعی دارند از طریق بسترسازی و حمایت های تشویقی، نوآوری را در سطح ملی ترویج نمایند و بدین منظور اعتباراتی را به نظام نوآوری کشور تخصیص می دهند. علاوه بر آن، بخش های غیر حاکمیتی نیز منابعی را صرف نوآوری می کنند چرا که در فضای رقابتی موجود، هیچ بنگاهی بدون نوآوری نمی تواند به بقای خود ادامه دهد، لذا منابع تخصیص داده شده (اعم از منابع انسانی و منابع مالی) به نوآوری در سطح ملی را می توان ورودی نظام نوآوری دانست.

مؤلفه های فرایندی: از این منظر توان ملی نوآوری به منزله نظامی است که در 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 می باشد. تمامی مؤلفه هایی که منابع ورودی به این نظام را به خروجی مناسب تبدیل می کند، مؤلفه های فرایندی نام دارند که در ادامه بدان پرداخته شده است.

- **کیفیت زیر ساختها:** این مؤلفه شامل عواملی است که نیازمندی های پایه را برای تمامی بازیگران فعال در نظام نوآوری تامین می کند. مواردی چون کیفیت زیر ساخت اطلاعات و ارتباط، قوانین، نهادها و ... این مؤلفه در اکثر مدل های ارائه شده مورد تاکید بوده است.

- **کیفیت سیاستگذاری:** تعیین اهداف و نحوه هدایت و سازماندهی فعالان نظام نوآوری نیز از جمله مؤلفه هایی است که در ارتقای توان ملی نوآوری نقش زیادی دارد. کشورهای نظیر ج.ا. ایران که جایگاه مناسبی در رتبه بندی های

جهانی نداشته و جزو کشورهای در حال توسعه است نیازمند حضور فعال تر دولت در شکل دهی نظام نوآوری است. مواردی چون کیفیت اولویت گذاری در علم و فناوری، جامعیت برنامه‌های کوتاه و بلند مدت و ... از جمله مواردی است که می‌تواند در این مؤلفه مورد ارزیابی قرار گیرد. ارزیابی این مؤلفه بیشتر به صورت کیفی بوده و عملکرد سیاستگذار در مدیریت کلان نظام نوآوری را مورد سنجش قرار می‌دهد. هر چند بهره‌گیری از سنجه‌های پیشنهادی توسط فورمن، پورتر و استرن (2002) در مدل ظرفیت ملی نوآوری، جزو کارآمدترین معیارهای موجود در این زمینه به شمار می‌رود.

- **جذب علم و فناوری:** اهمیت ویژه‌ای که این مؤلفه 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 بهره‌برداری، نهادهای انتقال فناوری در کشور و ... از جمله شاخص‌هایی است که می‌تواند نشان‌دهنده 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 است. 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 توسعه ای نمی‌تواند تمام نیازمندی‌های فناوری خود را از راه جذب فناوری مرتفع نماید. لذا مؤلفه تولید فناوری نیز یکی از مؤلفه‌های اصلی نظام نوآوری در هر کشوری است. علاوه بر آن، تاکید ج.ا. ایران بر رشد درون‌زا ایجاب می‌کند که مؤلفه تولید فناوری مورد توجه جدی قرار گیرد. شاخص‌هایی چون میزان هزینه‌کرد در تحقیق و توسعه، تعداد نهادهای پژوهشی، میزان اختراعاتی ثبت شده در مراجع معتبر و ... شاخص‌هایی هستند که می‌توان بر اساس آن به ارزیابی این مؤلفه پرداخت.

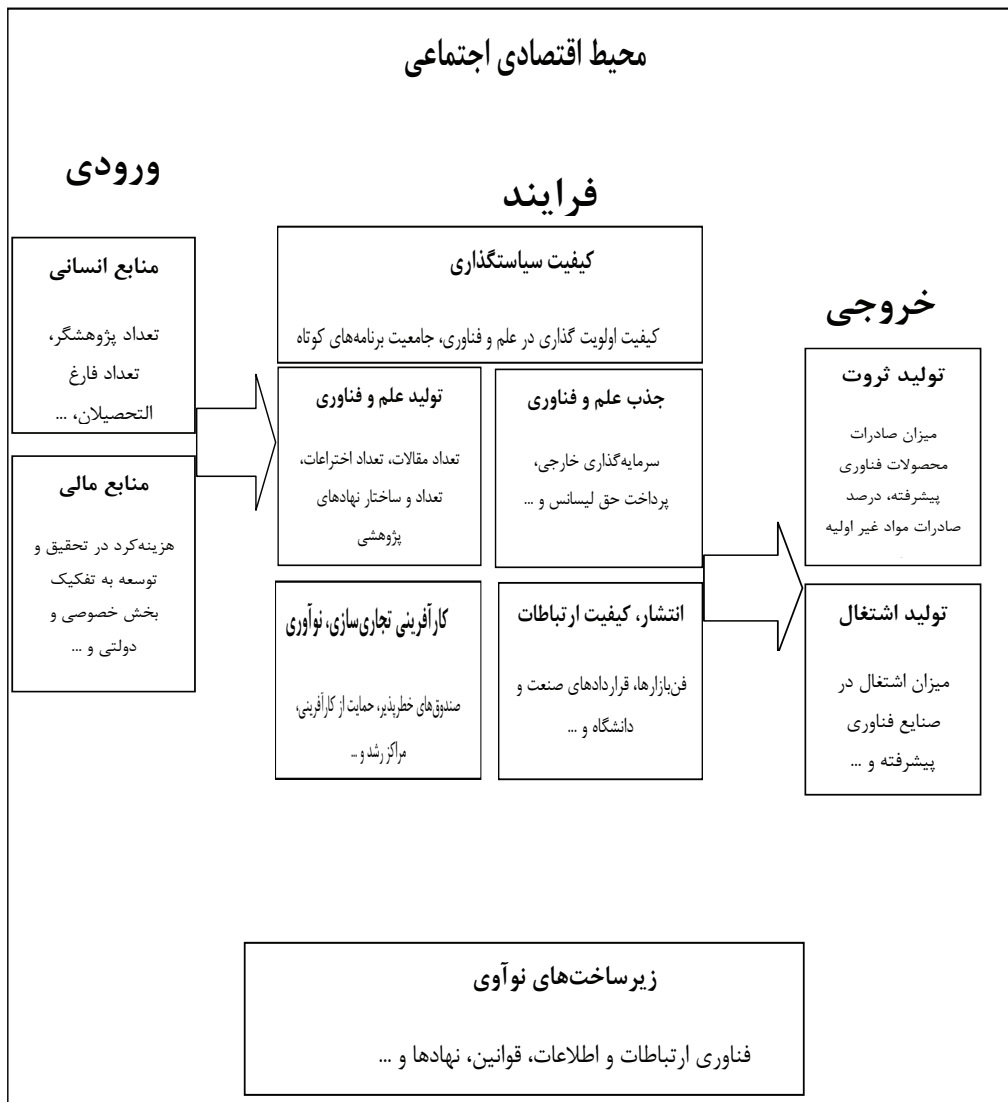
- **انتشار علم و فناوری و کیفیت ارتباطات:** انتشار فناوری به عنوان یکی از مهم‌ترین پیش‌نیازها و عوامل موفقیت برنامه‌های توسعه اقتصادی کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود. یک نوآوری فناورانه وقتی می‌تواند موفق قلمداد شود و به هدف نهایی خود نائل آید که از طرف کاربران پذیرفته و از طریق جامعه کاربران منتشر شود. بر طبق تعریف سازمان توسعه و همکاری

اقتصادی^۱ انتشار فناوری به مفهوم پذیرش گسترده فناوری به وسیله کاربرانی غیر از منبع فناوری، برای تولید ثروت و بازگشت هزینه تحقیق و توسعه است (OECD 1997). این مؤلفه 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 نشریات و مقالات تخصصی، تعداد نمایشگاه‌ها و کنفرانس‌های تخصصی، فن بازارهای تخصصی، میزان حمایت از صنایع برای استفاده از ماشین‌آلات، ابزارها و فناوریهای جدید، میزان قراردادهای بین صنعت و دانشگاه و ... از جمله شاخص‌هایی هستند که بر اساس آن می‌توان به ارزیابی این مؤلفه 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 هزینه بر 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 خطرپذیر و ... از جمله نهادهایی هستند که بدین منظور شکل گرفته‌اند. شاخص‌هایی چون تعداد نهادهای مذکور، میزان حمایت‌های مالیاتی از بنگاه‌های دانش‌بنیان، میزان شرکتهای منشعب^۲ از دانشگاه، میزان حمایت از فعالیت‌های کارآفرینانه و ... شاخص‌هایی هستند که می‌توان با استفاده از آن به ارزیابی این مؤلفه پرداخت. مدل ارائه شده در این مقاله را می‌توان در یک نقشه کلی در نمودار شماره ۲ مشاهده نمود.

1-OECD

2-Spin-off



نمودار ۲: نقشه‌ای از مدل پیشنهادی برای ارزیابی توان نوآوری ج.ا. ایران (ارائه شده توسط مؤلفین)

اعتبارسنجی مدل پیشنهادی

نکته قابل توافق بین اکثر قریب به اتفاق پژوهشگران آن است که ارزش هر نظریه یا مدل پیشنهادی به اعتبار محتوایی و ساختاری آن است. بر این اساس بخش های مختلف مدل ارائه شده در این مقاله در کنار کلیات آن به روش "پانل اعتبارسنجی محتوایی" مورد ارزیابی محتوایی قرار گرفته است.

پانل اعتبارسنجی محتوایی

لاوش (1975) در مقاله خود با عنوان رویکردی کمی در اعتبار محتوایی تحقیقات روانشناسی روش پیشنهادی خود را چنین شرح می دهد:

"برای داوری راجع به کلیات مدل و اجزای آن در حوزه تخصصی می بایست تعدادی از متخصصین حوزه را انتخاب و از تک تک آنها خواست تا راجع به کلیات و هر یک از اجزای مدل یکی از سه گزینه ذیل را انتخاب کنند:"

۱. بی اهمیت/ غیر کاربردی است.

۲. میتواند باشد ولی ضروری نیست.

۳. مهم/ بسیار کاربردی است.

پس از آن می بایست با استفاده از فرمول زیر، رتبه اعتبار محتوایی (CVR) برای هر یک از موارد به صورت جداگانه محاسبه و گزارش شود:

$$CVR = (ne - (N/2)) / 0.5N$$

در رابطه بالا، N تعداد کل افراد شرکت کننده در پانل است و ne نیز تعداد افرادی است که گزینه مهم/بسیار کاربردی را انتخاب نموده اند. بنابراین چنانچه کلیه شرکت کنندگان گزینه سوم را انتخاب کنند، CVR=1 خواهد بود و در صورتی که تنها نیمی از افراد، گزینه سوم را انتخاب نمایند، CVR=0 خواهد شد. لذا چنانچه بیش از نیمی از شرکت کنندگان و کمتر از همه آنها این گزینه را انتخاب نمایند، CVR عددی بین صفر تا یک می شود که حداقل قابل قبول برای تأیید محتوای مدل بسته به تعداد افراد شرکت کننده در پانل بر اساس جدول ۳ خواهد بود. لذا در صورتی که CVR به دست آمده برای هر سؤال مساوی یا بالاتر از حداقل اشاره شده در این جدول باشد، آن جزء، تأیید محتوایی گردیده و در غیر این صورت آن جزء از نظر محتوایی تأیید نشده است. همانگونه که از جدول ذیل نیز برمی آید، با افزایش تعداد خبرگان، حداقل CVR مورد نیاز کاهش می یابد. بدین معنی که در پانل های بزرگتر با اجماع نسبی نیز مدل تأیید می شود. به عنوان مثال در یک پانل ۵ نفره، اجماع همه اعضا برای تأیید مدل ضروری است، اما در پانل خبرگان چهل نفره، در صورت تأیید بیست و شش نفر از اعضا، مدل حداقل نصاب لازم رای تأیید را به دست خواهد آورد.

جدول ۳- حداقل CVR قابل قبول جهت تأیید محتوای مدل (Lawsche 1975)

Total number of members on panel	Minimum CVR value*
5	0.99
6	0.99
7	0.99
8	0.75
9	0.78
10	0.62
11	0.59
12	0.56
13	0.54
14	0.51
15	0.49
20	0.42
25	0.37
30	0.33
35	0.31
40	0.29

نتایج ارزیابی محتوای مدل

ابتدا مجموعه سؤالات مورد نیاز طراحی گردید و سپس با دعوت از پنجاه محقق حوزه نوآوری، ضمن ارائه کلیات و فضای تحقیق، سؤالات مطرح و مورد پرسش قرار گرفت. سؤالات تحقیق در جدول ۴ و ویژگیهای جامعه آماری انتخاب شده برای پانل ارزیابی در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۴- سؤالات مطرح شده در پانل ارزیابی محتوایی (طراحی شده توسط مؤلفین)

ردیف	متن سؤال
۱	نظر شما راجع به کلیات مدل پیشنهادی (نمودار ۲) چیست؟
۲	هر یک از اجزای پیشنهادی مدل (نمودار ۲) را چگونه ارزیابی می کنید؟
۳	روابط درونی هر کدام از اجزا (در نمودار ۲) تا چه اندازه مناسب تبیین شده است؟
۴	آیا میتوان گفت که مدل پیشنهادی تمام اجزای مهم را در نظر گرفته است؟ اگر خیر نام عامل را ذکر کنید.

جدول ۵- ویژگیهای جامعه آماری افراد حاضر در پانل

شاخص	وضعیت
تجربه فعالیت تخصصی مرتبط	۱ تا ۵ سال: ۳۲٪ ۵ تا ۱۰ سال: ۴۰٪ ۱۰ تا ۱۵ سال: ۲۸٪
میزان تحصیلات	۵ نفر دانشجوی کارشناسی ارشد ۱۷ نفر فارغ التحصیل کارشناسی ارشد ۱۸ نفر دانشجوی دکترا ۱۰ نفر دکترا

بنابراین افراد فوق بر اساس سؤالات جدول ۴ مورد پرسش قرار گرفته و پس از اخذ، تحلیل و جمع بندی پرسش ها، CVR مربوط به هر یک محاسبه شد که نتایج به دست آمده در جدول ۶ گزارش شده است.

جدول ۶- نتایج به دست آمده از پانل ارزیابی

متن سؤال	CVR به دست آمده	حداقل CVR (تأیید/عدم تأیید)	وضعیت (تأیید/عدم تأیید)
نظر شما راجع به کلیات مدل پیشنهادی (نمودار ۲) چیست؟	۰/۸	۰/۲۹	تأیید
هر یک از اجزای پیشنهادی مدل (نمودار ۲) را چگونه ارزیابی می کنید؟	۰/۸۴	۰/۲۹	تأیید
روابط درونی هر کدام از اجزا (نمودار ۲) تا چه اندازه مناسب تبیین شده است؟	۰/۶۴	۰/۲۹	تأیید
آیا می توان گفت که مدل پیشنهادی، عوامل اصلی و مهم را در نظر گرفته است؟	۰/۵۲	۰/۲۹	تأیید

همان گونه که از نتایج جدول فوق نیز بر می آید، هر چهار قسمت مدل مورد تأیید کامل قرار گرفته و کلیات مدل و اجزای آن نیز که به ترتیب توسط ۴۵ و ۴۶ تن از محققین تأیید شد بالاترین CVR را به خود اختصاص داده است. همچنین روابط بین اجزای مدل نیز با اختلاف اندکی یعنی توسط ۴۱ نفر از خبرگان تأیید گردید. ۹ تن از پرسش شوندهگان در پاسخ به دلیل عدم تأیید روابط میان اجزای مدل، لزوم

وجود جزئیات دقیق تر در آن را دلیل عدم تأیید خود عنوان کرده و خواستار توضیح دقیق تر درباره چگونگی ارتباط اجزا با یکدیگر بودند. همچنین در مورد پرسش چهارم ۳۸ نفر از خبرگان معتقد بودند، این مدل به دلیل نگاه سیستمی و بررسی نمودن اغلب مدل های مورد استفاده تاکنون، تمام عوامل اصلی را در مدل در نظر گرفته است اما ۱۲ نفر از خبرگان اگر چه چارچوب مدل ارائه شده مبتنی بر عوامل ورودی، خروجی، فرایندی، زیرساختی و محیطی را به لحاظ جامعیت تایید نمودند اما تدوین زیرمؤلفه های اصلی مربوط به هر عامل را نیازمند بررسی و تحقیقات بیشتری دانستند. لذا به نظر می رسد با تکمیل بخش پایانی و نظرسنجی از حوزه گسترده تری از محققین می توان آن را در تحقیقات آتی تکمیل و تأیید نیز نمود.

جمع بندی و نتیجه گیری

در این مقاله ضمن مروری بر ادبیات نظام نوآوری در سطح ملی و با توجه به مطالعات انجام شده نشان داد که چگونه با شکل گیری اقتصادهای مبتنی بر دانش، مفهوم نوآوری و مدل های نوآوری در سطح ملی شکل گرفت. این مدل ها به ترتیب مدل هایی مبتنی بر فشار عرضه، کشش بازار، مدل های زنجیره ای و مدل های نظام مند (سیستمی) بودند. کشورهای مختلف بر مبنای مدل های شکل گرفته و با استفاده از شاخص های کمی به ارزیابی توان نوآوری کشورشان اقدام می کنند. برخی از این مدل ها در این مقاله مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه این مدل ها با یکدیگر نشان داد که مؤلفه ها و شاخص های به کار برده شده در این مدلها را می توان در هفت مؤلفه تقسیم بندی نمود (جدول ۲) بر اساس این تقسیم بندی، نقاط ضعف و قوت هر یک از مدل ها بررسی شد تا در ارائه مدلی بومی برای ج.ا. ایران، مورد استفاده قرار گیرد. همچنین فعالیت های 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 ویژگی ها و ملاحظات بومی حائز اهمیت شمرده شد. بر این اساس تاکید بر انتقال و جذب فناوری به عنوان راهی میان بر، 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 مدل های بررسی شده و همچنین ملاحظات بومی کشور، چارچوبی مفهومی برای ارزیابی نوآوری ج.ا. ایران تبیین شد. این مدل شامل یازده مؤلفه بوده که ساختاری نظام مند (نمودار ۲) را تشکیل داده و ارزیابی توان نوآوری و قضاوت در مورد نقاط ضعف و قوت نظام نوآوری را برای سیاستگذاران کشور میسر می سازد.

منابع و مآخذ

- اسناد پشتیبان نقشه جامع علمی کشور قابل دسترسی در سایت: www.leader.ir
- بیانات رهبر معظم انقلاب اسلامی در دیدار نخبگان جوان دانشگاهی قابل دسترسی در سایت: www.leader.ir بیانات شهریور ۱۳۸۷.
- صاحبکار خراسانی سید محمد، منجم‌زاده سید سعید، «نظارت راهبردی بر نظام علم، فناوری و نوآوری کشور»، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، ۱۳۸۸
- طباطباییان سید حبیب‌آباد...، «گزارش پایش جهانی توانمندی فناوری»، انجمن مدیریت تکنولوژی ایران، انتشارات مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، ۱۳۸۸
- طباطباییان و همکاران، گزارش کمیسیون سیاستگذاری شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری قابل دسترسی در سایت: www.msrt.ir
- گزارش "چارچوب ارزیابی نظام علم و فناوری کشور در حوزه های فناوری برتر" جهاد دانشگاهی ایران، قابل دسترسی در سایت: www.acecr.ac.ir انتشارات ۱۳۹۰
- میرسلیم سیدمصطفی و همکاران، «الگوی ارزیابی و نظارت بر سیاست‌های کلی، مطالعه موردی سیاست‌های فناوری»، کمیسیون نظارت دبیرخانه مجمع تشخیص مصلحت نظام، ۱۳۸۷
- هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی شورای عالی انقلاب فرهنگی، «اولین ارزیابی کلان علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران»، ۱۳۸۲
- 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»، ۱۳۸۵
- هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی شورای عالی انقلاب فرهنگی، «ارزیابی علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران، سومین ارزیابی کلان»، ۱۳۸۶
- Barnal, J. D. (1939). *The Social Function of Science*, London, Routledge and Kegan Paul.
- Bush, V. (1945), *Science: The Endless Frontier*. Available at: <http://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.html>
- Carter, C. F. and Williams B. R. (1957), *Industry and Technical Process*, Oxford, Oxford University
- Desai, M., Fukuda-Parr, S., Johansson, C., & Sagasti, F. (2002). Measuring the technology achievement of nations and the capacity to participate in the network age. *Journal of Human Development*, 3(1), 95-122.
- Etzkowitz, H. (1994). Academic-industry relations: a sociological paradigm for economic development. *Evolutionary Economics and Chaos Theory: New directions in technology studies*, 139-151.
- Freeman, C. (1995). The 'National System of Innovation' in historical perspective. *Cambridge Journal of economics*, 19(1), 5-24.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: lessons from Japan* (pp. 11-17). London: Pinter Publishers.

- Furman, J. L., Porter, M. E., & Stern, S. (2002). The determinants of national innovative capacity. *Research policy*, 31(6), 899-933.
- Hippel, E. V. (1988), *Sources of Innovation*, Oxford, Oxford University Press.
- Kline, S. J. and Rosenberg, N. (1986) An overview of innovation *The Positive Sum Game*.
- Lundvall, B. Å., Johnson, B., Andersen, E. S., & Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *Research policy*, 31(2), 213-231.
- Légrand, L. and I. Chatric (1999), *Business Networks and the Knowledge-Driven Economy, of nations and the capacity to participate in the network age*”, *Journal of Human Development*, 3 (1), 95-122.
- Lall, S., Albaladejo, M., (2001). Indicators of relative importance of IPRs in developing countries. Background Paper for ICTSD/UNCTAD Capacity Building Project on Trips and Development
- Lawshe C.H. 1975. A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28:563-575.
- Nelson, R. (ed.), (1993). *National Innovation Systems: A comparative study*. Oxford University
- OECD (1997), *Diffusing Technology to Industry, Government Policies and Programs*.
- OECD, (2009) MEXICO'S REGIONAL ECONOMIC AND INNOVATION PERFORMANCE
- OECD, (2009) MEASURING CHINA'S INNOVATION SYSTEM NATIONAL SPECIFICITIES AND INTERNATIONAL COMPARISONS
- Ghazinoory, S. & Soofi, A. (2012): Modifying BSC for national nanotechnology development: an implication for “social capital” role in NIS theory, *Technological and Economic Development of Economy*, 18:3, 487-503
- Stead, H. (1976). The costs of technological innovation. *Research Policy*, 5(1), 2-9.
- United Nations Development Program (UNDP), (2001). *Human Development Report. Making New Technologies Work for Human Development*. Oxford University Press, New York, <http://www.undp.org>.
- United Nations Development Program (UNDP), (2003). *Human Development Report 2003. Millennium Development Goals: A compact among nations to end human poverty*. Oxford University Press, New York.
- United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), (2002). *Industrial Development Report 2002-2003. Competing through Innovation and Learning*. Vienna, <http://www.unido.org>.
- Viotti, E. B. (2002). National learning systems: a new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea. *Technological Forecasting and Social Change*, 69(7), 653-680.
- Wagner, C., Horlings, E., Dutta, A., 2004. *A science and technology capacity index*, London
- World Economic Forum (WEF), (2001). *The Global Competitiveness Report*. Oxford University Press, New York.
- World Economic Forum (WEF), (2002). *The Global Competitiveness Report*. Oxford University Press, New York.

- World Economic Forum (WEF), (2003). The Global Competitiveness Report. Oxford University Press, New York.
- WIPO. (2012)The Global Innovation Index, Stronger Innovation Linkages for Global Growth, Soumitra Dutta, Available at: www.globalinnovationindex.org.

Archive of SID