

بررسی سیستمهای سنجش نوآوری و ارائه چارچوبی برای سنجش نوآوری در ایران

سیدحبیب‌الله طباطبائی^۱، مهدی پاکزاد بناب^{۲*}

۱- استادیار گروه مدیریت دانشکده مدیریت و حسابداری علامه طباطبائی، تهران، ایران.
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و حسابداری علامه طباطبائی، تهران، ایران.

پذیرش: ۸۴/۵/۱۵

دریافت: ۸۳/۷/۲۷

چکیده

مقاله حاضر در دو بخش با توجه به اهمیت و راهکارهای موجود برای سنجش فعالیتهای علمی و پژوهشی، چارچوبی را جهت سنجش نوآوری در سطح ملی ارائه می‌دهد. بخش اول به بررسی و مرور ادبیات سنجش تغییرات تکنولوژیک اختصاص دارد. در این بخش ابتدا در مورد زیر بنای تئوریک تغییر تکنولوژیک بحث می‌شود. در قسمت بعدی سنجش تحقیق و توسعه بعنوان قدیمی‌ترین شاخص فعالیتهای علمی و پژوهشی تشریح می‌گردد؛ سپس با توجه به نارساییهای سنجش تحقیق و توسعه و واقعیتهای غیر خطی اقتصاد نوین سنجش نوآوری بعنوان تازه‌ترین راهکار برای سنجش فعالیتهای تکنولوژیک معرفی می‌شود و در ادامه رویکردهای متداول سنجش نوآوری در سطح ملی تشریح شده و دو رویکرد طبقه‌بندی سیاست تکنولوژی در قسمت نهایی بخش اول بحث می‌شود.

در بخش دوم مقاله با استفاده از تحقیق پیمایشی، چارچوب مناسب جهت سنجش نوآوری در سطح ملی پیشنهاد می‌گردد. در این بخش ابتدا به روش شناسی تحقیق پرداخته می‌شود و در ادامه با توجه به توانمندیها و قابلیت‌های هر یک از رویکردهای متداول سنجش نوآوری در سطح ملی، رویکرد مناسب انتخاب می‌شود؛ سپس با استفاده از رویکرد مستقیم طبقه‌بندی سیاست تکنولوژی، جایگاه فعالیتهای نوآورانه کشور تعیین می‌شود؛ در قسمت بعدی از بین شاخصهای متداول سنجش نوآوری در سطح ملی، شاخصهایی که با توجه به مقتضیات ملی و جایگاه فعالیتهای نوآورانه کشور مناسب می‌باشند، شناسایی می‌گردند. در ادامه امکان محاسبه شاخصهای متداول سنجش نوآوری با توجه به وضعیت موجود کشور بررسی می‌شود و در نهایت

E-mail: pakzad@parsshahab.com

* نویسندهٔ مسؤول مقاله:



با توجه به نتایج حاصل از تحقیق پیمایشی، در قسمت نتیجه‌گیری شاخصهای مناسب و امکانپذیر برای سنجش نوآوری در سطح ملی پیشنهاد می‌شوند.

کلید واژه‌ها: فعالیتهای تکنولوژیک، رویکرد خطی و غیر خطی نوآوری، سنجش تحقیق و توسعه، سنجش نوآوری.

۱- مقدمه

امروزه سنجش تغییرات تکنولوژیک برای کسب و کار، تحقیقات و سیاستگذاری اهمیت فزاینده‌ای یافته است. سنجش نوآوری در سطح بنگاه جهت تصمیم‌گیری در مورد مقدار تخصیص منابع به فعالیتهای نوآوری و برای انتخاب حوزه‌هایی که نوآوری نوید بخش بازده اقتصادی بالایی است و همچنین مدیریت استراتژیهای نوآوری درون بنگاهی مورد نیاز می‌باشد. در سطح ملی نیز سیاستگذاران برای شناخت وضعیت موجود، روند تحولات آینده، دریافت بازخور از تأثیرات مثبت و منفی سیاستهای موجود و تدوین سیاستهای مناسب به اطلاعات به‌دست آمده از سنجش نوآوری نیازمند می‌باشند [۱، صص ۴۵۱-۴۶۸].

۲- زیربنای تئوریک تغییر تکنولوژیک

در تلاش برای تعیین مهمترین نیروهای محرک توسعه اقتصادی اکثر اقتصاددانان معتقدند که پیشرفت تکنولوژیک منشأ اصلی رشد کمی و کیفی اقتصاد است. در همین راستا اقتصاددانان نئوکلاسیک فرایند تحول اقتصاد از لحاظ محصولات و یا فرایندی که برای تولید محصولات به‌کار می‌برند، تغییر تکنولوژیک قلمداد می‌کنند. علاوه بر این طبق نظر آنها شرکتها می‌خواهند تمام فعالیتهای مرتبط با تکنولوژی و همچنین سایر فعالیتهای اقتصادی را از طریق مکانیزمهای بازار هدایت کنند. در تئوری نئوکلاسیک^۱ شرکتها به عنوان دارندگان تکنولوژی در نظر گرفته می‌شوند؛ یعنی بازار تکنولوژی هم از نظر عرضه و هم از نظر تقاضا نامحدود است. از لحاظ خرید تکنولوژی و یادگیریهای بعدی آن، همه شرکتها اطلاعات کاملی برای سرمایه‌گذاری و بهره‌مندی از انواع تکنولوژی را دارا می‌باشند. تئوری نئوکلاسیک توسعه تکنولوژی را تابعی از زمان، نیروی کار و سرمایه‌گذاری در نظر می‌گیرد [۲، صص ۱۰-۲۰].

1. neoclassical theory

تئوری نئوکلاسیک به علت عدم تجزیه و تحلیل بازار و شکست آن، از سوی تئوری تکاملی^۱ مورد انتقاد قرار گرفت. رویکرد تکاملی بیان می‌دارد که تئوری نئوکلاسیک پیچیدگی تکنولوژی شامل شبکه‌ای بودن آن را نادیده می‌گیرد. تئوری تکاملی برای تشریح تغییرات تکنولوژیک مفهوم نظام ملی نوآوری^۲ را ارائه می‌کند. نظام ملی نوآوری مجموعه‌ای از مؤسسات و شبکه‌های اجتماعی می‌باشند که برای توسعه تکنولوژی به کار می‌روند. لاندول (۲۰۰۱م.) استدلال می‌کند که ابزارهای مؤثر برای توسعه تکنولوژی براحتی نمی‌توانند به وسیله تعدادی از آزمایشگاه‌های تحقیق و توسعه ایجاد گردند؛ بلکه مجموعه‌ای از نهادها؛ سازمانها و مؤسسات خصوصی و دولتی در کنار هم اسباب توسعه تکنولوژی را فراهم می‌آورند. پیش فرض اصلی تئوری تکاملی این است که اساسی‌ترین منبع در اقتصاد مدرن دانش است و بر این اساس مهمترین فرایند یادگیری می‌باشد. همچنین یادگیری به‌طور عمده یک فرایند تکاملی و از لحاظ اجتماعی ترکیبی است که بدون در نظر گرفتن زمینه فرهنگی و سازمانی قابل درک نمی‌باشد [۲، صص ۴۰-۷۰].

به‌طور خلاصه می‌توان گفت که تئوری نئوکلاسیک توسعه تکنولوژی را جعبه سیاهی در نظر می‌گیرد که مکانیزمهای درونی آن غیر قابل مشاهده و غیر قابل کنترل است؛ به عبارت دیگر فرایند توسعه تکنولوژی در این دیدگاه به صورت یک فرایند یک طرفه و خطی فرض می‌شود. در مقابل مکتب تکاملی، تغییر تکنولوژیکی را یک فرایند تعاملی و گسترده بین تعداد زیادی از عوامل اقتصادی و اجتماعی به شمار می‌آورد. بنابراین فرایند توسعه تکنولوژی تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند محققان سازمانها، نهادها و مانند آنها قرار دارد.

۳- سنجش تحقیق و توسعه^۳

تحقیق و توسعه، مجموعه اقدامات سیستماتیک و خلاقانه است که هدف از آن افزودن بر گنجینه دانش بشری و استفاده از این گنجینه در کاربردهای جدید می‌باشد. تحقیق و توسعه را معمولاً در سه طبقه کلی تحقیقات بنیادی کاربردی و توسعه‌ای تقسیم‌بندی می‌کنند [۳، صص ۷-۸].

سنجش تحقیق و توسعه به عنوان شاخص تغییرات تکنولوژیکی به‌طور اساسی بر مبنای رویکرد خطی توسعه تکنولوژی پایه‌گذاری شده است. پیش فرض اصلی رویکرد این است که

1. evolutionary theory
2. NIS: National Innovation Systems
3. measurement of research and development



سرمایه‌گذاری بیشتر در تحقیق و توسعه به دستاوردهای نوآورانه بیشتر و تحقق امر توسعه منجر خواهد شد [۳، صص ۱۶-۲۵]. به عبارت دیگر بین میزان ورودی فرایند نوآوری و خروجی آن رابطه مستقیمی وجود دارد و به میزان تغییرات در ورودی، خروجی فرایند نیز تغییر خواهد کرد.

در پی تلاشهای صورت گرفته جهت سنجش تحقیق و توسعه سازمان همکاری و توسعه اقتصادی^۱، حدود ۴۰ سال پیش برای جمع‌آوری اطلاعات در مورد منابع تخصیص یافته به تحقیقات علمی و تجربی دستورالعمل فراسکاتی^۲ را با همکاری متخصصان کشورهای عضو منتشر کرد. این دستورالعمل نیز همانند فعالیتهای قبلی فقط منابع مالی و پرسنلی تخصیص یافته به تحقیق و توسعه را که ورودی تحقیق و توسعه نامیده می‌شوند؛ مورد ارزیابی قرار می‌دهد [۳، صص ۱۶-۲۵].

اطلاعات ورودی تحقیق و توسعه مزیت‌های زیادی دارند؛ زیرا آشکارسازی فعالیتهایی که به‌طور رسمی به پژوهش علمی اختصاص یافته برای سیاستگذاران و مدیران استراتژیک بسیار مهم می‌باشد. مزیت مهم دیگر سنجش تحقیق و توسعه این است که با استفاده از اطلاعات به دست آمده مقایسه درون داده‌ها به آسانی امکانپذیر می‌شود. به عبارت دیگر می‌توان منابع انسانی و مالی را که شرکتها، دانشگاهها، صنایع و کشورها به تحقیق و توسعه اختصاص داده‌اند؛ براحتی به‌طور مستقیم با همدیگر مقایسه کرد. مزیت دیگر سنجش تحقیق و توسعه سهولت جمع‌آوری منظم و متوالی اطلاعات در سطح بخشی و کشوری می‌باشد [۴، صص ۲-۵].

برای درک نارساییهای سنجش تحقیق و توسعه کافی است که به شکل ۱ دقت شود. همان‌طور که واضح است، سنجش تحقیق و توسعه ورودیهای فرایند (آن هم فقط هزینه‌ها و گروه تحقیق و توسعه) را مورد توجه قرار می‌دهد و در مورد سایر ورودیها و نتایج حاصل شده به وسیله تحقیقات علمی و تکنولوژیک اطلاعاتی نمی‌دهد [۴، صص ۲-۵]. از دیگر معایب این رویکرد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

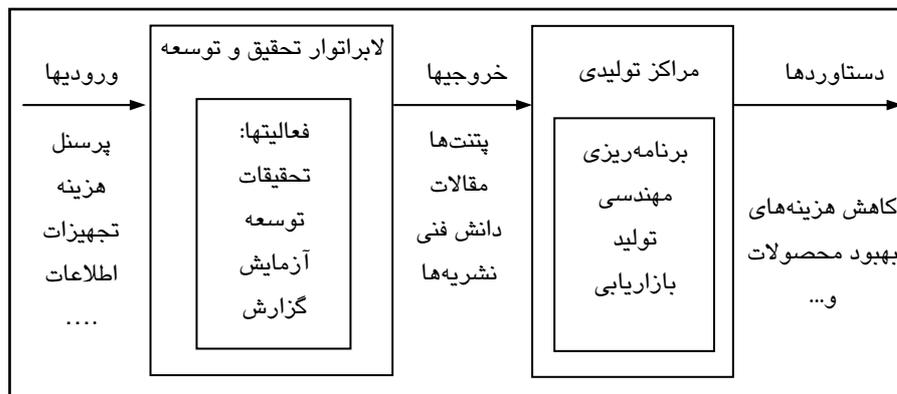
سنجش تحقیق و توسعه کارایی فرایند تبدیل داده‌ها به ستاده‌ها را نشان نمی‌دهد؛ سنجش تحقیق و توسعه اهمیت اقتصادی و کیفی نوآوریهای ارائه شده را منعکس نمی‌کند و علی‌رغم تلاشهای صورت گرفته مقایسه بین شرکتها و کشورها بسختی انجام می‌شود

1. OECD: Organization for Economic Co-Operation and Development
2. Frascati manual

[۵، صص ۴۰۳-۴۰۶]. یکی دیگر از نقایص عمده سنجش تحقیق و توسعه این است که توان بالقوه نوآورانها^۱ SME را که بندرت دارای آزمایشگاههای رسمی تحقیق و توسعه می‌باشند، ناچیز قلمداد می‌کند [۶]. نقاط قدرت و ضعف سنجش تحقیق و توسعه در جدول ۱ خلاصه شده است [۴؛ ۵].

جدول ۱ توانمندیها و کاستیهای سنجش تحقیق و توسعه [۴؛ ۵، صص ۴۰۳-۴۱۳].

توانمندیها	کاستیها
<ul style="list-style-type: none"> • جمع‌آوری منظم و متوالی اطلاعات • قابلیت مقایسه بین‌المللی اطلاعات به‌دست آمده • یکنواختی بخشی در سراسر منابع 	<ul style="list-style-type: none"> • تعدیلهای مالی مورد نیاز برای مقایسه بین‌المللی نتایج • پوشش بخش کوچکی از فرایند نوآوری • ناچیز شمردن نوآوری در SMEها



شکل ۱ نمای ساده از فرایند نوآوری [۲۱، ص ۲۵۶]

۴- سنجش نوآوری^۲

به دلیل عدم همخوانی رویکرد خطی به امر توسعه تکنولوژی و همچنین واقعیت‌های غیر خطی اقتصاد جدید و با توجه به نارساییهای سنجش تحقیق و توسعه در ارزیابی تغییرات

1. SME: Small and Medium-Sized Enterprises
2. innovation survey



تکنولوژیک محققان در ادامه تلاشهای خود برای یافتن ابزاری که بتواند کل فرایند را مد نظر قرار دهد، مفهوم سنجش نوآوری را ارائه کردند. یکی از نقاط قوت سنجش نوآوری این است که تمامی ۳ مرحله فرایند نوآوری (ورودی عملکرد و خروجی) را پوشش می‌دهد و به تعبیر دیگر، جنبه‌های مختلف اقتصاد مبتنی بر دانش^۱ را بررسی می‌کند (از هزینه‌های تحقیق و توسعه گرفته تا همکاری شرکایی که به دنبال نوآوری می‌باشند تا تحقق محصولات و فرایندهای نوآورانه و حتی موانع فرایند نوآوری را نیز مشخص می‌سازد). [۷، صص ۲-۵].

سنجش نوآوری تا همین اواخر اغلب به وسیله آژانسهای دولتی، دفاتر آمار و یا مؤسسات علمی و آکادمیک برای رفع نیازهای آنها سازماندهی می‌شد. لذا نتایج به دست آمده کاملاً از لحاظ اهمیت با هم متفاوت بودند و به آسانی قابل مقایسه نبودند [۱، صص ۴۵۱-۴۶۸].

بنابراین در راستای هماهنگ سازی سنجش نوآوری در کشورهای مختلف، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در سال ۱۹۹۲م. اولین ویرایش دستورالعمل اسلو^۲ را منتشر کرد و سنجشهای صورت گرفته بر اساس آن نشان دادند که دستورالعمل می‌تواند در مورد فرایند پیچیده و پراکنده نوآوری، اطلاعات خوبی را جمع‌آوری کند [۸، صص ۵-۹]. در این دستورالعمل تعاریف، قواعد کار، پیشنهادات و توصیه‌هایی برای انجام سنجشهای ملی و بین‌المللی ارائه شده است تا بتوانند جنبه‌های مختلف فرایند نوآوری (بویژه در ارتباط با نوآوریهای محصول و فرایند و تأثیر نوآوری بر عملکرد شرکتها) و هزینه‌های فعالیتهای نوآورانه را مورد ارزیابی قرار دهند [۹].

۵- مزیت‌های سنجش نوآوری در مقایسه با سنجش تحقیق و توسعه

با توجه به اینکه سنجش نوآوری تمامی مراحل فرایند نوآوری (ورودی، عملکرد و خروجی) و جنبه‌های مختلف آن را پوشش می‌دهد، از لحاظ جامعیت بر سنجش تحقیق و توسعه برتری دارد. با استفاده از سنجش نوآوری می‌توان:

الف) عناصر فرایند نوآوری را به‌طور کامل شناخت؛

ب) نقاط قوت و ضعف سیستم ملی نوآوری را شناسایی کرد؛

1. knowledge-based economy
2. Oslo manual

(ج) تصویری دقیقتر از محیط علم و تکنولوژی ارائه کرد؛
 (د) از میزان اثربخشی سیاستهای توسعه و انجام اصلاحات لازم مطلع شد؛
 (ه) سیاستهای مناسب را برای توسعه تکنولوژی و حمایت از نوآوری تدوین کرد؛
 (و) با انجام مطالعات تطبیقی به مقایسه عملکرد نوآورانه ملی با سایر کشورها پرداخت
 [۱۰].

به طور کلی می‌توان گفت که سنجش نوآوری سعی می‌کند تا تقریباً نارساییهای سنجش تحقیق و توسعه را که در قسمت قبلی به آنها اشاره شد، پوشش دهد.

۶- سنجش نوآوری در سطح ملی

عملکرد نوآورانه هر کشور به وسیله نظام ملی نوآوری آن کشور تعیین می‌شود. نظام ملی نوآوری مجموعه‌ای از شرکتهای خصوصی و دولتی (اعم از کوچک و بزرگ)، دانشگاهها و آژانسهای دولتی در تعامل با هم می‌باشند که به تولید علم و تکنولوژی کمک می‌کنند. تعامل میان آنها می‌تواند به صورت فنی، تجاری، قانونی، اجتماعی و مالی باشد. اما هدف تعاملات آنها توسعه دانش به منظور پاسخگویی به نیازهای جامعه است [۱۱، صص ۲۹۱-۳۰۲]. اگر چه فعالیتهای تحقیق و توسعه در بسیاری از کشورها صورت می‌گیرد، ولی با این وجود توسعه و تجاری‌سازی تکنولوژیهای جدید در تعداد کمی از کشورها متمرکز می‌باشد. اینکه چرا شدت نوآوری بین کشورها متغیر است؟ و نوآوری چگونه به موقعیت جغرافیایی وابسته است؟ سؤالاتی می‌باشد که نیازمند بررسی نظام ملی نوآوری و سنجش نوآوری در سطح ملی می‌باشد [۱۲، صص ۸۹۹-۹۳۳]. در سطح ملی سیاستگذاران برای تدوین سیاستهای جدید جهت حمایت و پشتیبانی نوآوری، ارزشیابی سیاستهای موجود و تعیین نقاط قوت و ضعف نظام ملی نوآوری نیازمند سنجش نوآوری می‌باشند [۱۳، صص ۳-۴].

به طور کلی برای سنجش نوآوری در سطح ملی به رویکردهای (سنجش نوآوری اروپایی، سنجش تغییرات تکنولوژیک، سنجش نظام نوآوری؛ تحلیل توصیفی و چارچوب ظرفیت نوآورانه ملی) می‌توان اشاره کرد که در ذیل هر یک از رویکردها به طور مختصر تشریح می‌شوند.^۱

۱. برای مطالعه بیشتر در مورد این رویکردها به پایان‌نامه کارشناسی ارشد «بررسی سیستمهای سنجش نوآوری و ارائه چارچوبی برای سنجش نوآوری در ایران» دانشکده حسابداری و مدیریت علامه طباطبایی مراجعه شود.



۶-۱- سنجش نوآوری اروپایی^۱

اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۰م. در پاسخ به جهانی‌سازی و تغییرات اقتصاد دانش محور^۲ و در جهت دستیابی به هدف خود (ارتقای نوآوری بین کشورهای عضو و تبدیل شدن به پویاترین اقتصاد دانش محور دنیا) تهیه سنجش نوآوری اروپا را در دستور کار خود قرار داد و در سال ۲۰۰۱م. اولین سنجش نوآوری در سطح ملی بین کشورهای عضو اتحادیه اجرا شد. هدف اصلی اتحادیه از طراحی سنجش نوآوری، تخلیص و ارائه شاخصهای نوآوری در سطح ملی و مقایسه موفقیتها و یا شکستها بین نظامهای ملی نوآوری بود. این رویکرد براساس ۱۷ شاخص مرتبط با فرایند نوآوری، برداشت کلی از عملکرد نوآورانه کشور ارائه می‌دهد؛ به عبارت دیگر سنجش نوآوری اروپایی اطلاعات مفیدی در زمینه فرایند نوآوری در سطح کلان ارائه می‌کند؛ اما نتایج به دست آمده در سطح خرد ارزش اطلاعاتی کمتری دارد. رویکرد مزبور هم از شاخصهای سنتی مبتنی بر تحقیق و توسعه و آمار پتنت و هم از شاخصهای جدید بهره می‌گیرد. شاخصهای استفاده شده در سنجش نوآوری اروپایی را می‌توان در چهار گروه طبقه‌بندی کرد:

- ۱- منابع انسانی: میزان و کیفیت منابع انسانی تعیین‌کننده‌های اصلی خلق و انتشار دانش جدید در کل اقتصاد به‌شمار می‌آیند. شاخصهای این طبقه در دو گروه دسته‌بندی می‌شوند: شاخصهای مرتبط با آموزش و یادگیری و شاخصهای اشتغال.
- ۲- خلق دانش جدید: شاخص مرتبط با خلق دانش، ظرفیت و وضعیت اختراعی کشورها را اندازه‌گیری می‌کنند؛ هزینه تحقیق و توسعه دولتی؛ هزینه تحقیق و توسعه خصوصی و ثبت اختراعات.
- ۳- انتقال و کاربرد دانش جدید: این حوزه فعالیتهای نوآورانه غیر رسمی از قبیل اقتباس تجهیزات جدید برای سیستمهای خدماتی و تولیدی شرکت؛ اقتباس نوآوری‌هایی که به‌وسیله سایر شرکتها و یا سازمانها توسعه یافته‌اند و اقتباس دانش جدید برای نیازهای خاص شرکت را پوشش می‌دهد.
- ۴- امور مالی و ستاده‌های نوآوری: این طبقه شاخصهای زیر را در بر می‌گیرد: عرضه سرمایه خطرپذیر تکنولوژی پیشرفته سرمایه افزایش یافته بازار سهام، فروشهای نوآوری،

1. the european innovation scoreboard

2. knowledge – based economy

سرمایه گذاری در تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات و ارزش افزوده در بخشهای تولیدی پیشرفته [۱۴، صص ۷-۱۰].

۶-۲- سنجش سیستمهای تکنولوژیک

کارلسون و همکارانش^۱ در مورد اندازه‌گیری عملکرد نظام ملی نوآوری، رویکرد جدیدی را ارائه کردند. آنها چنین فرض کردند که به دلیل اندازه و پیچیدگی سیستمها، سنجش عملکرد کل سیستم مشکل می‌باشد، لذا به عنوان یک راه حل، پیشنهاد محدود سازی سطح تحلیل را ارائه نمودند، به نظر آنها اگر سطح تحلیل به یک محصول، صنعت و یا گروهی از صنایع محدود گردد، سنجش آن ساده‌تر خواهد بود. به همین دلیل کارلسون و همکارانش مفهوم سیستمهای تکنولوژیک را به منظور سنجش نظام ملی نوآوری مطرح کردند. به پیشنهاد آنها اگر هدف سنجش توانمندیهای نوآورانه یک نظام ملی نوآوری باشد، بهتر است در قدم اول هر کدام از اجزای اصلی سیستم به صورت مجزا مورد تحلیل قرار گیرند و در مرحله بعد نتایج به دست آمده برای دستیابی به وضعیت کل سیستم با هم ترکیب گردند. کارلسون و همکارانش کارکرد نظام نوآوری را در سه دسته طبقه‌بندی کردند: خلق دانش جدید، انتشار دانش و بهره‌گیری از دانش جدید و همان‌طور که در جدول ۲ مشخص است برای هر بعد شاخصهایی را ارائه کردند [۱۵، صص ۲۳۳-۲۴۵].

جدول ۲ معیارهای عملکردی سیستم تکنولوژیک [۱۵، ص ۲۴۳]

شاخصهای خلق و تولید دانش	شاخصهای انتشار دانش	شاخصهای کاربرد دانش
<ul style="list-style-type: none"> • تعداد پتنت‌ها • تعداد مهندسان و دانشمندان • سهولت انتقال متخصصان • تراکم و شدت تکنولوژیکی مانند: تعداد حوزه‌های تکنولوژیکی 	<ul style="list-style-type: none"> • تعداد همکاران و شرکا • فواصل زمانی مراحل توسعه نوآوری • مقبولیت قانونی 	<ul style="list-style-type: none"> • اشتغال و استخدام • گردش مالی (فروش) • رشد • داراییهای مالی

1. Carlsson & et.al.



۳-۶- سنجش نظام ملی نوآوری: تحلیل توصیفی

لیو و وایت^۱ برای سنجش و تجزیه و تحلیل نظام ملی نوآوری بر عکس رویکرد کارلسون و همکارانش به جای تحلیل اجزا به‌طور مجزا بر تحلیل کل سیستم تأکید کردند. آنها برای توجه دقیقتر و صریحتر به جنبه سیستمی، نظامهای ملی نوآوری چارچوبی را پیشنهاد کردند. در چارچوب ارائه شده به نقاط ضعف اساسی تحقیقات اخیر در مورد نظامهای ملی نوآوری، یعنی نبود عوامل توصیفی سطح سیستمی پرداخته شد. تاکنون محققان برای توصیف ستادهای نظام ملی نوآوری بر نقش بازیگران خاص و آثار سیاستها، مؤسسات و نهادها تمرکز داشته‌اند. در کشورهای در حال توسعه سازمان و توزیع فعالیتهای مرتبط در مقایسه با کشورهای توسعه یافته به‌کلی متفاوت است؛ علاوه بر این وظایف و کارکردهای عناصر نظام ملی نوآوری نیز بین این کشورها متفاوت می‌باشند، برای مثال در حالی‌که شرکتها در آمریکا (به‌عنوان کشور توسعه یافته) نه تنها به پیاده‌سازی، بلکه همچنین به خلق و ابداع نوآوریهای تکنولوژیکی می‌پردازند و دانشگاهها به‌عنوان کانون آموزش و تحقیقات در نظر گرفته می‌شوند؛ در کشورهای در حال توسعه مانند چین، تحقیقات (شامل تمام فعالیتهای خلاقانه و نوآورانه) به‌وسیله مؤسسات تحقیقاتی؛ تولید و پیاده‌سازی به‌وسیله کارخانه‌ها و توزیع از طریق انتشار دهندگان صورت می‌گیرد [۱۶، صص ۱۰۹۱-۱۱۱۴].

در چارچوب ارائه شده به‌جای شروع با مقوله بازیگران نظام ملی نوآوری از قبیل مؤسسات تحقیقاتی یا دانشگاهها و سپس بحث در مورد اهمیت هر یک از بازیگران در میزان نوآوری ملی، از یکسری واژه‌های عام و کلی استفاده شده است. لیو و وایت برای تمایز بین عناصر سیستم نوآوری، بر اساس روابط آنها با فعالیتهای اساسی پنجگانه (تحقیقات، پیاده‌سازی، مصرف نهایی، پیوندها و آموزش) و ساختار و پویایی سیستم، اصطلاحات بازیگران اولیه؛ بازیگران ثانویه و نهادها را به‌کار بردند. این عناصر عام بیان شده، تحلیل و تشریح سطح سیستمی نظام ملی نوآوری را امکانپذیر می‌سازند. در تحقیقات قبلی، محققان برای سنجش NIS سؤالات بازیگر محور^۲ (سؤالات متمرکز بر بازیگران) را مطرح می‌کردند، از قبیل: نقش دانشگاهها (یا مؤسسات خصوصی، مؤسسات تحقیقاتی و غیره) در نظام ملی نوآوری کشور X چیست؟ این سازمانها چگونه با هم در ارتباط می‌باشند؟ اما با استفاده از چارچوب ارائه شده سؤالات متفاوتی به‌وسیله تمرکز بر ویژگیهای سطح سیستمی مطرح

1. Lioe & White

2. actor – centric questions

می‌شود. همان‌طور که در جدول ۳ بیان شده است، سؤالات پایه برای تجزیه و تحلیل سطح سیستمی NIS باید ساختار، پویایی و عملکرد سیستم را مورد توجه قرار دهد [۱۶، صص ۱۰۹۴-۱۰۹۶].

جدول ۳ سؤالات پایه در تجزیه و تحلیل سطح سیستمی نظام ملی نوآوری [۱۶، ص ۱۰۴۵]

ساختار	<ul style="list-style-type: none"> • مرزهای سازمانی تا چه حدی با خوشه‌های فعالیتهای اساسی مطابقت دارند؟ • آیا تقسیم کار واضح و روشنی بین سازمانها وجود دارد؟ و یا اینکه آیا فعالیتهای مشابه به وسیله سازمانهای متعدد انجام می‌شوند؟ • هماهنگی سیستم به چه شکل صورت می‌گیرد (متمرکز، چند محوری، غیر متمرکز)؟
پویایی	<ul style="list-style-type: none"> • چه اقداماتی برای تبدیل نوآوری از مفهوم به کاربرد باید به وسیله بازیگران مختلف صورت گیرد؟ • ساختار سیستم چگونه تکامل می‌یابد؟ • مؤسسات و سازمانهای جدید چگونه به وجود می‌آیند؟
عملکرد	<ul style="list-style-type: none"> • ساختار و پویاییهای سیستم، چگونه اثربخشی و کارایی آن را در معرفی، انتشار و کاربرد نوآوریهای جدید تحت تأثیر قرار می‌دهند؟ • مزایا و معایب نسبی ساختارهای متفاوت سیستم چیست؟

۴-۶- چارچوب ظرفیت نوآورانه ملی^۱

پورتر و همکارانش برای سنجش نظام ملی نوآوری مفهوم چارچوب ظرفیت نوآورانه ملی را با ترکیب سه مفهوم تئوریک متفاوت، تئوری رشد درون‌زا (Romer، ۱۹۹۰)؛ تئوری رقابت‌پذیری بین‌المللی مبتنی بر خوشه‌های صنعتی (Porter، ۱۹۹۰)، و تحقیقات در مورد نظامهای ملی نوآوری (Nelson، ۱۹۹۳) ارائه کردند. ظرفیت نوآورانه ملی عبارت است از توانایی یک کشور در هر دو بعد اقتصادی و سیاسی- برای تولید و تجاری سازی یک جریان مستمر تکنولوژیهای جدید در بلند مدت است که به نقاط قوت زیرساخت عمومی نوآوری کشور وجود محیطی برای نوآوری در خوشه‌های صنعتی و استحکام پیوندهای بین این دو بعد بستگی دارد [۱۲، ص ۹۰۰].

1. national innovation capacity



سنجش ظرفیت نوآوری به چند دلیل مشکل است: اول اینکه شاخصهای ستاده نوآوری ناقص می‌باشند و فقط انواع خاص نوآوری را می‌توان به وسیله آنها سنجش کرد. دوم اینکه منابع داده‌ای سنتی خلق و توسعه معیارهای مرتبط با محرکهای ظرفیت نوآوری، از قبیل سیاست نوآوری و محیط نوآوری خاص خوشه‌ای را دشوار می‌سازند. با توجه به این مشکلات و همچنین به دلیل اینکه تمرکز چارچوب روی نوآوری در مرز تکنولوژی و مقایسه نوآوری بین کشورها می‌باشد؛ لذا تنها شاخص مناسب استفاده از پتنت بین‌المللی^۱ است. منظور پورتر و همکارانش از پتنت بین‌المللی تعداد پتنت‌هایی است که به وسیله مخترعان خارجی و آمریکایی در دفتر ثبت اختراع و علامت تجاری آمریکا ثبت شده‌اند [۱۲، صص ۹۰۰-۹۱۰].

نتایج تحقیقات پورتر و همکارانش نشان داد که تابع تولید پتنت بین‌المللی به وسیله یکسری عوامل قابل مشاهده که ظرفیت نوآوری ملی هر کشور را توصیف می‌نمایند؛ خوبی مشخص می‌شود. آنها بین اختلافات مبتنی بر مقیاس^۲ بین کشورها که از تفاوت در میزان جمعیت یا سطح داده‌های تخصیص یافته به نوآوری ناشی می‌شوند و اختلافات مبتنی بر بهره‌وری^۳، یعنی تفاوت‌های موجود در ستاده‌های نوآوری به ازای تلاش صرف شده در فرایند نوآوری تمایز قائل شدند. در حالی که معیارهای مقیاس محور از قبیل جمعیت کل، اندازه نیروی کار تحقیق و توسعه و یا مخارج تحقیق و توسعه دارای قدرت توصیفی بالایی می‌باشند، عوامل دیگر به‌طور جداگانه بهره‌وری تحقیق و توسعه سطح کشوری را تحت تأثیر قرار می‌دهند، از قبیل میزان حمایت از حقوق مالکیت معنوی؛ آزادی تجارت بین‌المللی، سهم تحقیق و توسعه بخش دانشگاهی و بخش خصوصی، درجه تمرکز تکنولوژی و غیره [۱۲، ص، ۹۰۲].

۷- طبقه‌بندی سیاست تکنولوژی

سیاست تکنولوژی عبارت است از سیاستها و ساز و کارهای صریح برای اثربخش سازی مدیریت نظام ملی تکنولوژیک در جهت علایق؛ منافع و مقاصد بلند مدت ملی [۱۳، ۱۷]. مقصد عمده سیاست تکنولوژی افزایش نوآوری از روش زیر است:

1. international patenting
2. scale - based
3. productivity - based

الف) ایجاد زمینه مساعد برای پیشرفت تکنولوژیک؛
 ب) بکارگیری هر چه گسترده‌تر این پیشرفته‌ها در کاربردهای نظامی و تجاری.
 سیاست تکنولوژی باید نوآوری را افزایش دهد. بنابراین چالش کلیدی آن، خلق ایده‌های نو در سازمانها و واحدهای تحقیقاتی نیست. آنچه اهمیت دارد، این است که سیاست تکنولوژی بتواند کاربرد نظامی - تجاری گسترده از پیشرفتهای تکنولوژی (حتی اگر در خارج از کشور صورت گرفته باشند) را تسهیل کند [۱۶، صص ۱۰۹۱-۱۱۱۴؛ ۱۷]. برای طبقه‌بندی سیاست تکنولوژی بین کشورهای مختلف دو رویکرد کلی (مستقیم و غیر مستقیم) مطرح می‌شود که در ادامه هر یک به‌طور مختصر مورد بحث قرار می‌گیرند.^۱

۷-۱- رویکرد غیر مستقیم

ارگاس^۲ برای تجزیه و تحلیل سیستم ملی نوآوری کشورهای مختلف مفاهیم مأموریت‌گرا^۳ و نفوذ گرا را ارائه کرد [۱۸، ص ۷۹۵]. تحقیقات مأموریت‌گرا، بنا بر طبیعت خود بر تعداد اندکی از تکنولوژی‌هایی که اهمیت استراتژیک دارند (به‌طور اساسی در هوا و فضا الکترونیک و انرژی هسته‌ای)، متمرکز می‌شوند. در نتیجه، بودجه‌های تحقیق و توسعه دولتی در این کشورها بشدت هر چه بیشتر به سوی تعداد محدودی از صنایع که معمولاً در مراحل اولیه چرخه عمر تکنولوژی قرار دارند، متمایل می‌شود. مقیاس تحقیقات مأموریت‌گرا، تعداد پروژه‌ها و شمار شرکت‌کنندگان را در آنها نیز محدود می‌سازد. در هر زمان، تنها بخش کوچکی از شرکتها منابع مدیریتی و فنی مورد نیاز برای مشارکت در این پروژه‌ها را در اختیار خواهند داشت که احتمالاً در زمره مراکز بزرگ کشور خواهند بود. بنابراین تمرکز کمکهای تحقیق و توسعه دولتی در تعداد کمی از شرکت‌های بزرگ نیز از دیگر ویژگی‌های کشورهای مأموریت‌گرا می‌باشد [۱۸، صص ۷۶۱-۷۶۳].

تحقیقات نفوذگرا^۴ بر توسعه تکنولوژی‌های کاملاً جدید و در مرز دانش، تأکید کمتری دارند و به جای آن، انتشار گسترده قابلیت‌های تکنولوژیک در سراسر صنایع را تشویق می‌کنند.

۱. برای مطالعه بیشتر در مورد رویکردها به پایان‌نامه کارشناسی ارشد «بررسی سیستم‌های سنجش نوآوری و ارائه چارچوبی برای سنجش نوآوری در ایران» دانشکده حسابداری و مدیریت علامه طباطبایی مراجعه شود.

2. Ergas, 1987

3. mission oriented research

4. diffusion - oriented research

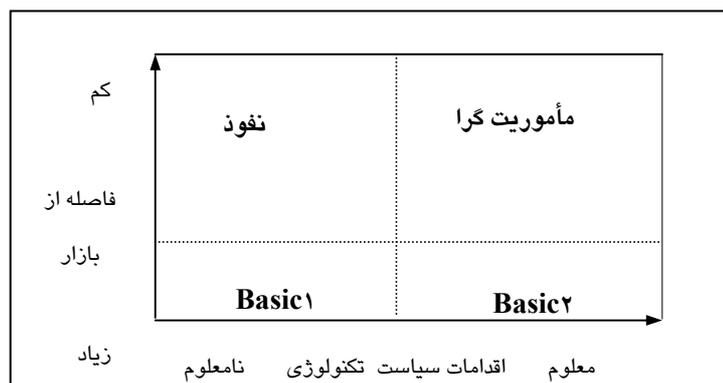
دغدغه اصلی این کشورها، تقویت ساز و کارهای سازمانی انتقال تکنولوژی می‌باشد. سیاستهای نفوذ گرا در جستجوی آن می‌باشند که ظرفیت پایه‌ای گسترده‌ای برای تطبیق دگرگونیهای تکنولوژیک در سرتاسر ساختار صنعتی را فراهم کنند. ویژگیهای سیاستهای نفوذگرا را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد: سهم بودجه تحقیقاتی دولتی در مقایسه با کشورهای مأموریت گرا بسیار اندک است و بیشتر تحقیقات به وسیله بخش خصوصی سرمایه گذاری می‌گردد؛ همچنین به علت اینکه یکی از ویژگیهای کشورهای نفوذگرا انتشار گسترده دانش فنی در سطح جامعه است، لذا یکی از راهکارهای افزایش سرعت انتشار، استفاده از تحقیق و توسعه مشارکتی^۱ به صورت همکاری و روابط نزدیک دانشگاه و صنعت همکاری رسمی و غیر رسمی شرکتها با یکدیگر است. سطح استانداردسازی در سیاستهای نفوذگرا بالاست که این امر منجر به تعیین دقیق ویژگیهای فنی مطلوب و کاهش هزینه‌ها و افزایش سرعت انتشار دانش فنی می‌شود [۱۸، صص ۷۵۹-۷۷۵].

۷-۲- رویکرد مستقیم

رویکرد غیر مستقیم به وسیله کانتنر و پایکا^۲ مورد انتقاد شد. طبق نظر آنها رویکرد غیر مستقیم با ارائه ویژگیهای خاص سیستم نوآوری تنها می‌تواند اطلاعات خام و مختصری در مورد سیاست تکنولوژی کشورها ارائه کند. لذا آنها با پذیرش طبقه‌بندی ارگاس برای تکمیل رویکرد، مفهوم بازار را به آن اضافه کردند. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، رویکرد مستقیم برای طبقه‌بندی سیاست تکنولوژی کشورها از دو معیار (محور افقی و عمودی) بهره می‌گیرد. محور افقی درجه پیچیدگی اقدامات سیاست تکنولوژی را مشخص می‌کند؛ به عبارت دیگر بر اساس این معیار معلوم می‌شود که آیا اهداف تحقیقات به صورت دقیق برای واحدهای R&D مشخص شده‌اند یا نه؟ محور عمودی نمایانگر میزان نزدیکی تحقیقات به بازار می‌باشد؛ به تعبیر دیگر در این معیار نوع تحقیقات (اعم از بنیادی و کاربردی) واحدهای تحقیق و توسعه مد نظر رویکرد است [۱۸، صص ۷۶۴-۷۶۵].

1. co-operative research and development
2. Cantner & Pyka, 2001

جدول ۴ ماتریس طبقه‌بندی رویکرد مستقیم [۱۸، ص ۷۶۴]



در ناحیه Basic ۱، تحقیقات به‌طور عمده پایه‌ای و بنیادی می‌باشند و کمتر جنبه تجاری دارند. لذا باید به وسیله دولت سرمایه‌گذاری گردند، مانند تحقیقات ریاضی و علوم پایه. در ناحیه Basic ۲، اگرچه تحقیقات هنوز پایه‌ای می‌باشند و جنبه کاربردی کمتری دارند، ولی با توجه به اهداف تحقیقاتی مشخص، تکنولوژی‌های خاصی معرفی شد که از سوی دولت سرمایه‌گذاری می‌شوند، مانند تحقیقات در حوزه هسته‌ای. به علت ضرورت سرمایه‌گذاری مالی زیاد برای ارتقای نوآوری و خطرپذیری بالا و ذاتی در این ناحیه، بخش خصوصی کمتر در ناحیه Basic ۲ درگیر می‌شود، در این صورت مداخله سیاسی بیشتری از سوی دولت لازم است تا این تحقیقات را به مرحله بعدی، یعنی تجاری سازی نزدیکتر گردند. دو ناحیه بعدی، یعنی مأموریت‌گرا و نفوذگرا همانند رویکرد غیر مستقیم می‌باشند [۱۸، صص ۷۶۴-۷۶۵].

۸- روش شناسی تحقیق

برای دستیابی به هدف تحقیق (ارائه چارچوبی برای سنجش نوآوری در سطح ملی) یک الگوریتم هفت مرحله‌ای طراحی شد. بعد از مرور ادبیات در گام‌های اول و دوم که در بخش قبلی به‌طور خلاصه به آنها اشاره شد، در گام سوم الگوریتم با مطالعات کتابخانه‌ای و با توجه به توانمندیها و کاستیهای رویکردهای ذکر شده، رویکرد مناسب برای سنجش نوآوری در سطح ملی انتخاب شد. با انتخاب رویکرد مناسب گام‌های بعدی جهت بومی سازی رویکرد و شاخصهای استفاده شده آن با توجه به مقتضیات و ملاحظات ملی تدوین شدند. به



منظور شناسایی حوزه‌های تحقیقاتی و فعالیتهای نوآورانه‌ای که در سطح کلان برنامه‌ریزی به‌طور ضمنی مورد حمایت می‌باشند، در گام چهارم، رویکرد مستقیم برای طبقه‌بندی فعالیتهای نوآورانه کشور مورد استفاده قرار گرفت تا بر اساس نتایج آن در مراحل بعدی شاخصهای متناسب با این حوزه‌ها از بین شاخصهای موجود انتخاب شوند.

برای طبقه‌بندی فعالیتهای نوآورانه بر اساس رویکرد مستقیم ابتدا مراکز تحقیقاتی مهم کشور مشخص شد. با توجه به توزیع فعالیتهای نوآورانه بین بخش خصوصی و دولتی (حدود ۹۵ درصد هزینه‌های تحقیقاتی به‌وسیله بخش دولتی سرمایه‌گذاری می‌شود). آشکار می‌شود که سیستم علمی و تحقیقاتی کشور هنوز دولتی است و تحقیقات بخش خصوصی نقش خیلی کم رنگی در توسعه کشور ایفا می‌کند. لذا برای اینکه بتوان نتایج به‌دست آمده را با اطمینان بیشتری به کل جامعه علمی و تحقیقاتی کشور تعمیم داد، باید واحدهای تحقیقاتی که سیاستهای دولت در آنها بیشترین نقش را داشته‌اند، تحلیل شوند. بنابراین سعی شد تا انتخاب بر اساس نظر متولیان اصلی فعالیتهای نوآورانه در کشور (معاونت پژوهشی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی و معاونت پژوهشی وزارت علوم تحقیقات و فناوری) صورت گیرد. نظر به اینکه بر اساس برنامه سوم توسعه کشور تمام واحدهای تحقیقاتی و علمی اعم از خصوصی و دولتی باید به‌وسیله معاونت پژوهشی وزارت علوم تحقیقات و فناوری ثبت، ارزیابی و سیاستگذاری شوند، لذا ابتدا در دفتر پژوهشی معاونت پژوهشی وزارت علوم تحقیقات و فناوری با آقای دکتر سلطانی و هماهنگی ایشان با کارشناسان دفتر مصاحبه‌ای صورت گرفت که نتیجه آن انتخاب مراکز تحقیقاتی مهمی بود که در این معاونت ثبت شده بودند. این بخش از برنامه سوم توسعه به دلیل وجود ابهاماتی در متن قانون و تداخل وظایف بین وزارت بهداشت و آموزش پزشکی وزارت علوم تحقیقات و فناوری، دانشگاه آزاد اسلامی و شورای پژوهشهای علمی کشور هنوز به‌طور کامل اجرا نشده است.

بنابراین برای اینکه مراکزی که در معاونت پژوهشی وزارت علوم ثبت نگردیده‌اند؛ نیز مورد توجه قرار گیرند، در مرحله بعدی در دفتر پژوهشی معاونت پژوهشی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی (که متولی اصلی ارزیابی و تخصیص اعتبار واحدهای پژوهشی است). با آقای دکتر صدیق و با هماهنگی ایشان با چند تن از کارشناسان دفتر مصاحبه دیگری صورت گرفت. در نهایت همان‌طور که در جدول ۵ آمده است با تلفیق اطلاعات حاصل از این دو مصاحبه مراکز تحقیقاتی مهم کشور انتخاب شدند.

جدول ۵ مراکز تحقیقاتی مهم کشور

ردیف	نماد	مرکز تحقیقاتی	وابستگی
۱	A	پژوهشگاه دانشهای بنیادی	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
۲	B	مرکز ملی تحقیقات مهندسی ژنتیک	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
۳	C	پژوهشگاه زلزله شناسی و مهندسی زلزله	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
۴	D	پژوهشگاه مواد و انرژی	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
۵	E	سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
۶	F	مرکز پژوهشهای شیمی و مهندسی شیمی	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
۷	G	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
۸	H	مرکز ملی اقیانوس شناسی	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
۹	I	پژوهشگاه صنعت نفت	وزارت نفت
۱۰	J	مرکز تحقیقات مخابرات ایران	وزارت فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)
۱۱	K	مؤسسه تحقیقات و واکنش سازی رازی	وزارت جهاد کشاورزی
۱۲	L	انستیتو پاستور ایران	وزارت بهداشت و آموزش پزشکی

در گام پنجم الگوریتم برای شناسایی شاخصهای مناسب با توجه به ملاحظات ملی، چارچوب سنجش نوآوری اروپا به عنوان مبنا و پایه قرار گرفت. به لحاظ اینکه اولویتبندی شاخصها با همکاری مسئولان و سیاستگذاران ذیربط می تواند به شکل بهینه صورت گیرد؛ زیرا آنها اطلاعات بیشتری داشته و نیز بهتر می توانند شاخصهای مهم را با توجه به اهداف و سیاستهای کشور شناسایی کرده و اولویتگذاری کنند. لذا در ادامه برای کسب نظرات صاحب نظران در مورد شاخصها، پرسشنامه ای طراحی شد که مشتمل بر چهار حوزه (منابع انسانی، خلق دانش جدید، انتقال و کاربرد دانش جدید و امور مالی و ستاده های نوآوری) بود. هر حوزه علاوه بر شاخصهای سنجش نوآوری اروپا، شامل شاخصهای سایر رویکردها نیز بود که در ارتباط با حوزه مربوط به آن بودند. پرسشنامه بین کارشناسان دفتر پژوهشی و دفتر بررسی و ارزیابی پژوهشی معاونت پژوهشی وزارت علوم تحقیقات و فناوری و همچنین کارشناسان هسته علم سنجی مرکز تحقیقات علمی کشور توزیع شد. از کارشناسان خواسته شد تا با توجه به اطلاعات خود شاخصها را از لحاظ میزان مناسب بودن بر اساس طیف ۵ ارزشی لیکرت امتیاز دهی کنند؛ به طوری که امتیاز ۵ به این مفهوم بود



که با توجه به ملاحظات و مقتضیات ملی و جایگاه فعالیتهای نوآورانه شاخص برای سنجش نوآوری در سطح ملی مناسب می‌باشد و امتیاز ۱ به مفهوم تناسب کم شاخص با ملاحظات ملی بود.

در گام قبلی شاخصها بر اساس میزان تناسب با ملاحظات ملی اولویتگذاری شدند؛ با توجه به نتایج به دست آمده این سؤال مطرح شد که آیا امکان محاسبه تمام شاخصها در کشور وجود دارد؟ بنابراین در این مرحله برای کسب نظرات مسئولان امر در مورد شرط امکانپذیری محاسبه شاخصها پرسشنامه‌ای همانند مرحله قبل تدوین شد. از آنجایی که مرکز آمار ایران ایران متولی اجرای سرشماری عمومی در زمینه‌های اجتماعی و تهیه آمارهای لازم به منظور تأمین نیازمندیهای برنامه‌ریزی در سطح کشور است و همچنین با توجه به اینکه دفتر آمارهای فرهنگی و اجتماعی مرکز در سه دوره (سالهای ۱۳۷۶، ۱۳۷۸، ۱۳۸۰) اقدام به آمارگیری از فعالیتهای تحقیق و توسعه کشور کرده است؛ لذا پرسشنامه طراحی شده بین کارشناسان این دفتر توزیع شد. در پرسشنامه از کارشناسان خواسته شد تا با توجه به اطلاعات خود شاخصها را از لحاظ امکانپذیری بر اساس طیف ۵ ارزشی لیکرت امتیازدهی کنند؛ به طوری که امتیاز ۵ به این مفهوم بود که ارائه اطلاعات برای محاسبه شاخص در حد عالی است و امتیاز ۱ به مفهوم عدم امکان ارائه اطلاعات لازم است.

اطلاعات به دست آمده از پرسشنامه‌ها به طور جداگانه به وسیله آمار توصیفی تحلیل گردیدند، همچنین با استفاده از آزمون رتبه‌بندی فریدمن شاخصهای موجود در هر حوزه براساس امتیازهای داده شده کارشناسان اولویتبندی شدند. گام نهایی الگوریتم انتخاب شاخصهایی بود که هم از لحاظ تناسب با مقتضیات ملی و هم امکانپذیری محاسبه در اولویت بالایی قرار داشتند. به این منظور در هر حوزه ماتریسی ترسیم شد که محور افقی آن بیانگر میزان مطلوب بودن شاخصها و محور عمودی آن بیانگر امکانپذیری محاسبه شاخصها بود. هر یک از شاخصها با توجه به مختصاتی که در آزمون رتبه‌بندی فریدمن به دست آورده بودند؛ در یک منطقه از این ماتریس قرار گرفتند. در نهایت شاخصهایی که در منطقه مطلوبیت زیاد و امکانپذیری زیاد قرار گرفته بودند، به عنوان شاخصهای انتخابی برای سنجش نوآوری در سطح ملی پیشنهاد شدند.

۸-۱- انتخاب رویکرد مناسب برای سنجش نوآوری در سطح ملی

در بخش قبلی برای ارزیابی و سنجش نوآوری در سطح ملی، چهار رویکرد شناسایی شدند؛ در این قسمت با توجه به توانمندیها و کاستیهای هر یک، از بین آنها رویکرد مناسب برای سنجش نوآوری انتخاب شد.

کارلسون و همکارانش با این فرض که به دلیل اندازه و پیچیدگی نظام ملی نوآوری، سنجش عملکرد کل سیستم مشکل می باشد؛ لذا محدودسازی سطح تحلیل را به عنوان راه حل پیشنهاد کردند. نقدهای عمده‌ای که بر این رویکرد وارد است، عبارتند از: اولاً عملکرد نظام نوآوری در کل با مجموع عملکرد اجزای آن مساوی نیست و ثانیاً با توجه به اینکه در یک سیستم همه اجزا دارای اهمیت یکسانی نیستند، لذا عدم بیان و محاسبه وزنه‌های اجزای اصلی نظام نوآوری مهمترین عیب رویکرد سنجش سیستمهای تکنولوژیک محسوب می شود [۱۹، صص ۲۹-۳۴].

لیو و وایت برای سنجش نوآوری در سطح ملی برعکس رویکرد سنجش سیستمهای تکنولوژیک به جای تحلیل اجزای سیستم نوآوری به طور مجزا بر تحلیل عملکرد سیستم به صورت کل منسجم تأکید کردند. رویکرد لیو وایت برای سنجش نوآوری در سطح ملی بیشتر حالت توصیفی و کیفی دارد و همچنین برای تشریح ساختار و پویاییهای نظام نوآوری در دوره‌های زمانی مختلف مناسب است [۱۹، صص ۲۹-۳۴]. لذا برای کمی سازی وضعیت نوآوری کشور و مقایسه آن با کشورهای منطقه و سایر کشورهای در حال توسعه مناسب نمی باشد.

انتقاد مهمی که به چارچوب نوآورانه ملی پورتر و همکارانش وارد است، اینچنین می توان بیان کرد که آنها برای سنجش نوآوری در سطح ملی رویکرد را به شاخص پتنت بین المللی^۱ محدود کرده اند. نقد فنی عمده به شاخص پتنت بین المللی این است که بر اساس این شاخص کشورهای که در بخشهایی از اقتصاد فعالیت می کنند که پتنت برای حمایت از اختراع بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد، مانند بخشهای تولیدی از قبیل داروسازی، شیمیایی و مانند آنها در مقایسه با کشورهای که در بخشهایی از اقتصاد فعالیت دارند که ثبت اختراع برای حمایت از اختراع کارایی کمتری دارد، دارای وضعیت بهتری خواهند بود. برای مثال کشور سوئیس که در صنایع داروسازی و شیمیایی دارای تخصص بالای است، در مقایسه با کشورهای

1. international patents



فنلاند، سوئد و دانمارک که در زمینه تجهیزات ارتباطات راه دور دارای رشد بالایی می‌باشند، بر اساس شاخص سرانه پتنت بین‌المللی وضعیت بهتری خواهد داشت [۱۳، صص ۴-۷].
رویکرد سنجش نوآوری اروپا در مقایسه با رویکردهای قبلی دارای امتیازات ذیل می‌باشد:

اولین و شاید مهمترین مزیت رویکرد این است که با توجه به پیشنهادات و توصیه‌های دستورالعمل اسلو در مورد سنجش نوآوری در سطح ملی تدوین گردیده است و می‌تواند اطلاعات مفیدی در زمینه فرایند نوآوری در سطح کلان ارائه نماید؛ ثانیاً اگر سنجش نوآوری در سطح ملی مبتنی بر این رویکرد به‌طور مستمر ادامه یابد، می‌تواند تغییرات در توانمندیها و کاستیهای ملی را بخوبی نشان دهد؛ ثالثاً سنجش نوآوری مبتنی بر این رویکرد می‌تواند به‌عنوان سیستم هشدار اولیه برای مشکلات بالقوه در سطح ملی عمل کند و در نهایت اینکه می‌تواند بین دولتمردان، مؤسسات دولتی و شرکتهای خصوصی جهت ارائه سیاستهای مناسب برای بهبود توانمندیهای نوآوری ملی اجماع ایجاد کند [۱۳، صص ۹-۱۰].

با توجه به توانمندیها و کاستیهای رویکردهای سنجش نوآوری چنین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که رویکرد سنجش نوآوری اروپایی برای سنجش نوآوری در سطح ملی و امکانپذیرسازی مقایسه بین‌المللی و منطقه‌ای نتایج به‌دست آمده در مقایسه با رویکردهای دیگر مناسبتر به نظر می‌رسد و می‌توان با توجه به مقتضیات ملی با انجام اصلاحاتی در شاخصهای آن به عنوان چارچوب مبنا و پایه برای اجرای سنجش نوآوری در سطح ملی قرار داد.

۸-۱-۱- تعیین جایگاه فعالیتهای نوآورانه کشور

پس از انتخاب مراکز تحقیقاتی، در این قسمت بر اساس رویکرد مستقیم جایگاه فعالیتهای نوآورانه کشور مشخص می‌شود. برای پیاده سازی رویکرد مستقیم اطلاعاتی در زمینه توزیع فعالیتهای مراکز تحقیقاتی انتخاب شده (جهت تعیین میزان نزدیکی فعالیتها به بازار، محور عمودی ماتریس) و اهداف آنها (به منظور تعیین درجه تعین اهداف مراکز تحقیقاتی با محور افقی ماتریس) مورد نیاز است. دفتر بررسی و ارزیابی پژوهشی معاونت پژوهشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری عملکرد سال ۱۳۸۰ ه.ش. واحدهای پژوهشی را که دارای موافقت قطعی وابسته به وزارت علوم می‌باشند، مورد ارزیابی قرار داده است که گزارش

ارزیابی عملکرد در اسفند سال ۱۳۸۱ ه. ش. منتشر شده است. با توجه به محرمانه بودن گزارش با انجام هماهنگیهای لازم، بخشی از گزارش که برای تعیین محور عمودی رویکرد لازم بود، مورد مطالعه قرار گرفت. به دلیل آنکه دفتر بررسی و ارزیابی پژوهشی فقط مراکز وابسته به وزارت علوم را مورد ارزیابی قرار داده بود، لذا برای جمع‌آوری اطلاعات در مورد مراکز وابسته به سایر دستگاهها سعی شد، تا با آنها مکاتبه شود. به این ترتیب با ترکیب اطلاعات به دست آمده میزان نزدیکی فعالیتهای مراکز تحقیقاتی انتخاب شده به بازار مشخص شد و به منظور مشخص سازی درجه تعیین اهداف مراکز، ابتدا با مطالعه اساسنامه مراکز تحقیقاتی اطلاعات اولیه جمع آوری شد [۲۰]؛ سپس برای کسب اطلاعات تکمیلی با کارشناسان دفتر پژوهشی معاونت پژوهشی وزارت علوم مصاحبه‌ای صورت گرفت. با تلفیق اطلاعات به دست آمده از مطالعه اساسنامه و مصاحبه؛ وضعیت مراکز از لحاظ معیار دوم نیز معین شد. به این ترتیب با تکمیل وضعیت مراکز از لحاظ محور افقی و عمودی رویکرد، می‌توان مطابق شکل ۲ جایگاه فعالیتهای نوآورانه کشور را تعیین کرد.

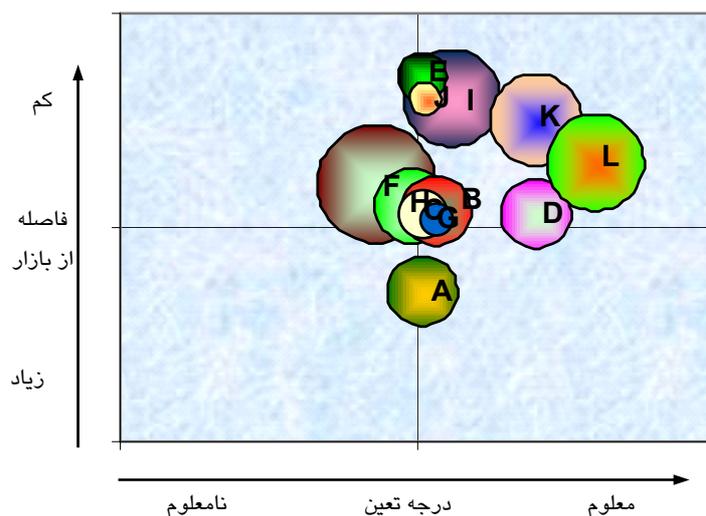
با توجه به شکل ۲ و با در نظر گرفتن توضیحات رویکرد مستقیم می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سیاست تحقیقاتی و نوآوری کشور در جهت مأموریت‌گرایی و حمایت از حوزه‌ها و فعالیتهایی حرکت می‌کند که دارای فاصله اندکی از بازار می‌باشند. برای اطمینان از صحت نتیجه‌گیری می‌توان به مستندات قانونی زیر اشاره کرد:

ماده یک، شیوه‌نامه حمایت از واحدهای پژوهشی، هدف از واگذاری اعتبار را مراقبت، نهادینه و مأموریت‌گرا کردن واحدهای پژوهشی بیان کرده است.
در ماده چهارم قانون مذکور، از عوامل مؤثر در تعیین میزان حمایت به موارد ذیل اشاره شده است:

الف) اخذ مأموریت منطبق با اولویتهای پژوهشی (مأموریت‌گراسازی واحدهای پژوهشی)؛

ب) فروش یافته‌های پژوهشی به ازای فروش هر یافته پژوهشی ۱۰ درصد از درآمد حاصل از فروش (حداکثر تا سقف یک میلیارد ریال) به واحد پژوهشی پرداخت خواهد شد (تلاش در جهت نزدیک کردن فعالیتهای تحقیقاتی به نیازهای بازار).

در ماده هفت قانون مذکور نیز یکی از تکالیف واحدها پس از واگذاری اعتبار به این صورت بیان شده است: تلاش بین‌المللی برای انتقال دانش به خارج از کشور (تلاش در جهت تجاری سازی یافته‌های پژوهشی).



شکل ۲ طبقه‌بندی فعالیتهای نوآورانه مراکز تحقیقاتی مهم کشور

۲-۸- انتخاب شاخصهای مناسب و امکانپذیر برای سنجش نوآوری در

سطح ملی

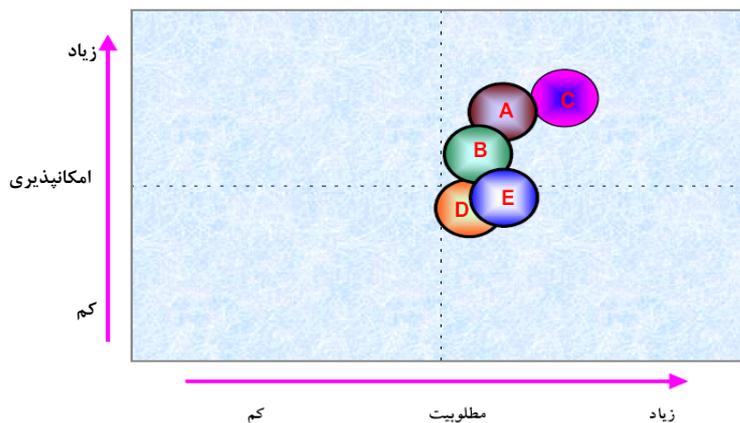
در قسمت قبلی، با توجه به قابلیتها و توانمندیهای رویکردهای مختلف، سنجش نوآوری اروپا به عنوان رویکرد مناسب برای سنجش نوآوری در سطح ملی انتخاب شد. همان‌طور که بیان شد، این رویکرد جهت ارائه تصویری از وضعیت نوآوری در سطح ملی از ۱۷ شاخص در ۴ حوزه (منابع انسانی، خلق دانش جدید، انتقال و کاربرد دانش جدید و امور مالی و ستاده‌های نوآوری) بهره می‌گیرد. به لحاظ اینکه شاخصهای رویکرد با توجه به ویژگیها و مقتضیات اقتصادی جوامع اروپایی تدوین شده‌اند؛ لذا ضرورتاً تمام شاخصهای رویکرد برای سنجش نوآوری در کشور مناسب نیستند و می‌توان با توجه به مقتضیات، ویژگیهای اقتصادی و جایگاه فعالیتهای نوآورانه کشور با انجام اصلاحاتی در شاخصها تصویر شفافتری از وضعیت نوآوری کشور ارائه کرد. علاوه بر این می‌توان از برخی شاخصهای سایر رویکردها نیز به عنوان شاخصهای تکمیلی بهره گرفت.

هدف اصلی مرحله قبلی اولویت‌گذاری شاخصها براساس میزان مناسب بودن آنها با توجه به مقتضیات ملی و جایگاه فعالیتهای تحقیقاتی کشور بود تا از این طریق شاخصهای مناسب شناسایی شود. با توجه به نتایج به دست آمده سؤالی که مطرح بود، این است که آیا امکان محاسبه تمام شاخصهای سنجش نوآوری در کشور وجود دارد؟ طرح این سؤال از این جهت اهمیت داشت که توجه به میزان مناسب بودن شاخصها هر چند که شرط لازمی است، ولی کافی نبود. بنابراین در این مرحله برای کسب نظرات مسئولان امر در مورد شرط امکانپذیری محاسبه شاخصها پرسشنامه‌ای تدوین و توزیع شد.

۸-۲-۱- ماتریس مطلوبیت - امکانپذیری حوزه منابع انسانی

میزان و وضعیت منابع انسانی تعیین کننده‌های اصلی خلق دانش جدید و انتشار آن در کل جامعه به شمار می‌آیند. با توجه به رویکردهای مختلف سنجش نوآوری برای ارزیابی حوزه منابع انسانی می‌توان از شاخصهای ذیل بهره‌گرفت (شکل ۳):

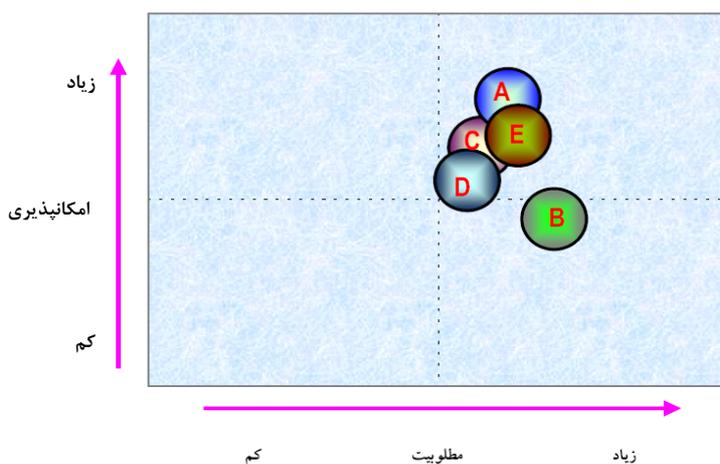
- (A) فارغ التحصیلان جدید S&E (درصد طبقه سنی ۲۰-۲۹ سال)؛
- (B) جمعیت با آموزش سطح سوم تحصیلات (درصد سنی ۲۵-۶۴ سال)؛
- (C) مجموع نیروهای استخدام شده در تحقیق و توسعه (معادل تمام وقت)؛
- (D) اشتغال در بخشهای صنعتی با تکنولوژی متوسط و پیشرفته (درصد کل نیروی کار)؛
- (E) اشتغال در خدمات تکنولوژی پیشرفته (درصد کل نیروی کار).



شکل ۳ ماتریس مطلوبیت - امکانپذیری حوزه منابع انسانی

۸-۲-۲- ماتریس مطلوبیت - امکانپذیری حوزه خلق دانش جدید

خلق و ایجاد دانش و فکر جدید پایه اولیه برای ارائه نوآوری قلمداد می‌شوند. لذا به منظور سنجش ظرفیت و وضعیت اختراعی کشور با توجه به رویکردهای مختلف سنجش نوآوری از شاخصهای ذیل می‌توان استفاده کرد (شکل ۴).



شکل ۴ ماتریس مطلوبیت - امکانپذیری حوزه خلق دانش جدید

- (A) هزینه تحقیق، توسعه و دولتی (به‌عنوان درصدی از GDP)؛
- (B) هزینه تحقیق و توسعه بخش خصوصی؛
- (C) تعداد اختراعات ثبت شده (به ازای هر یک میلیون نفر جمعیت)؛
- (D) تعداد مقاله‌های چاپ شده در مجله‌های بین‌المللی؛
- (E) درصد تحقیق و توسعه انجام شده به‌وسیله دانشگاهها.

۸-۲-۳- ماتریس مطلوبیت - امکانپذیری حوزه انتقال و کاربرد دانش جدید

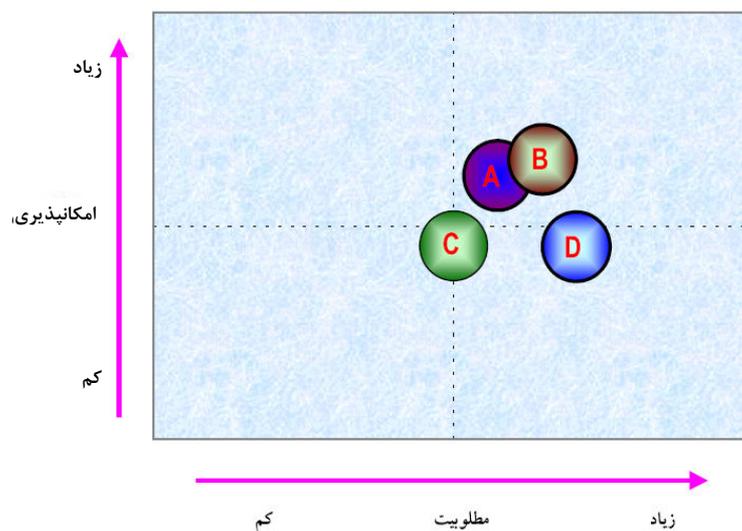
با توجه به رویکردهای مختلف سنجش نوآوری برای ارزیابی کیفیت، چگونگی انتقال، کاربرد دانش و فکر جدید از شاخصهای ذیل می‌توان استفاده کرد (شکل ۵).

(A) کاربردهای اختراعات ثبت شده تکنولوژی پیشرفته (به ازای هریک میلیون نفر جمعیت)؛

(B) شرکتهای درگیر در نوآوری جمعی؛

(C) هزینه نوآوری (درصد کل فروش واحد)؛

(D) میزان حمایت از مالکیت فکری.



شکل ۵ ماتریس مطلوبیت - امکانپذیری حوزه انتقال و کاربرد دانش جدید

۸-۲-۴- ماتریس مطلوبیت - امکانپذیری حوزه امور مالی و ستادهای نوآوری

به منظور ارزیابی امور مالی و ستادهای نوآوری با توجه به رویکردهای مختلف سنجش نوآوری از شاخصهای ذیل می توان بهره گرفت (شکل ۶).

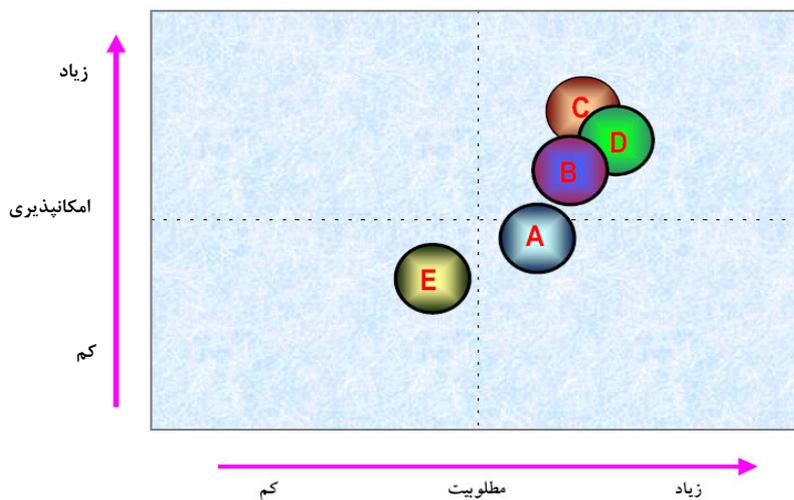
(A) سرمایه گذاری خطرپذیر در تکنولوژی پیشرفته (به عنوان درصدی از GDP)؛

(B) محصولات جدید برای بازار (به عنوان درصدی از فروش شرکتهای تولیدی)؛

(C) درصد ارزش افزوده تولیدی در بخشهای تکنولوژی پیشرفته؛

(D) ارزش ستانده بازاری فعالیتهای تحقیق و توسعه؛

(E) ارزش ستانده غیر بازاری فعالیتهای تحقیق و توسعه.



شکل ۶ ماتریس مطلوبیت - امکان‌پذیری حوزه امور مالی و ستاده‌های نوآوری

۹- نتیجه‌گیری

در این مقاله ابتدا دیدگاه‌های خطی و غیر خطی نوآوری بررسی شدند. در دیدگاه خطی ورودی‌های اصلی نوآوری سرمایه‌گذاری بیشتر در تحقیق و توسعه می‌باشد. به عبارت دیگر بین میزان ورودی و خروجی فرایند رابطه مستقیمی وجود دارد و به میزان تغییر در ورودی، خروجی فرایند نیز تغییر می‌کند. بر اساس رویکرد خطی برای اندازه‌گیری میزان ورودی تحقیق، توسعه و ارائه اطلاعات مناسب به سیاست‌گذاران و تحلیلگران سنجش تحقیق و توسعه با استفاده از دستورالعمل فراسکاتی مطرح شد. تحقیقات بعدی نشان دادند که تخصیص منابع بیشتر به تحقیق و توسعه لزوماً منجر به افزایش نوآوری نمی‌گردد. به تعبیر دیگر رابطه مستقیمی بین ورودی و خروجی فرایند وجود ندارد و تعامل مجموعه‌ای از عوامل مانند دانشگاه‌ها، مؤسسات دولتی، خصوص و نهادها با هم منجر به ارائه نوآوری‌های جدید می‌شود. با استفاده از دیدگاه تکاملی برای پوشش دادن به تمام ابعاد فرایند، سنجش نوآوری بر اساس دستورالعمل اسلو مطرح شد. تحول در رویکرد سنجش فعالیت‌های علمی و پژوهشی به علت عدم همخوانی دیدگاه خطی با واقعیت‌های اقتصاد دانش محور و عدم جامعیت سنجش تحقیق و توسعه از روی ضرورت صورت گرفت. در ادامه بیان شد که اگرچه فعالیت‌های

تحقیق و توسعه در بسیاری از کشورها صورت می گیرد، ولی با این وجود توسعه و تجاری سازی تکنولوژیهای جدید به صورت سیستمیک تنها در تعداد معدودی از کشورها مورد توجه قرار گرفته است. اینکه چرا شدت نوآوری بین کشورها متغیر است؟ و نوآوری چگونه به موقعیت جغرافیایی وابسته است؟ سؤالاتی است که پاسخ به آنها نیازمند بررسی نظام نوآوری و سنجش نوآوری در سطح ملی می باشد. در این صورت رویکردهای متداول سنجش نوآوری در سطح ملی به صورت مختصر تشریح شدند؛ سپس با توجه به توانمندیهای هر یک از آنها رویکرد مناسب (سنجش نوآوری اروپا) به عنوان چارچوب پایه انتخاب شد. به دلیل آنکه رویکرد سنجش نوآوری اروپا با توجه به شرایط و مقتضیات اقتصادی کشورهای اروپایی تدوین شده است، لذا برای بومی سازی چارچوب با توجه به ملاحظات ملی، ابتدا با استفاده از رویکرد مستقیم جایگاه فعالیتهای نوآورانه کشور مشخص گردید، معلوم شد که سیاست تحقیقاتی و نوآوری کشور در جهت مأموریت گرایی و حمایت از حوزهها و فعالیتهایی حرکت می کند که فاصله اندکی از نیازهای بازار دارند. در قسمت بعدی برای شناسایی شاخصهای مناسب سنجش نوآوری در سطح ملی و امکان سنجی محاسبه شاخصها، دو پرسشنامه تدوین و بین مسئولان ذیصلاح توزیع شد؛ اطلاعات به دست آمده با استفاده از آزمون رتبه بندی فریدمن تجزیه و تحلیل گردید؛ سپس نتایج حاصل از آزمون فریدمن در ماتریسهای مطلوبیت - امکان پذیری خلاصه شد. به این ترتیب براساس نتایج حاصل از این تحقیق می توان گفت که با توجه به اینکه سنجش نوآوری اروپا براساس پیشنهادات دستورالعمل اسلو تدوین شده است و در اغلب کشورهای در حال توسعه به عنوان مبنا و پایه برای سنجش نوآوری می باشد، لذا برای اینکه بتوان نتایج حاصل از سنجش نوآوری در سطح ملی را با کشورهای منطقه و سایر کشورهای در حال توسعه مقایسه کرد، بهتر است که سنجش نوآوری اروپا را به عنوان پایه قرار داد و با توجه به نتایج حاصل از ماتریسهای مطلوبیت - امکان پذیری در هر حوزه از شاخصهای ذیل می توان بهره گرفت:

الف) حوزه منابع انسانی:

- ۱- مجموع پرسنل استخدام شده در تحقیق و توسعه (معادل تمام وقت)؛
 - ۲- فارغ التحصیلان جدید S&E (درصد طبقه سنی ۲۰-۲۹ سال)؛
 - ۳- جمعیت با آموزش سطح سوم تحصیلات (درصد طبقه سنی ۲۵-۶۴ سال).
- ب) حوزه خلق دانش جدید:



- ۱- هزینه تحقیق و توسعه دولتی (به‌عنوان درصدی از GDP):
 - ۲- درصد تحقیق و توسعه انجام شده به‌وسیله دانشگاهها:
 - ۳- تعداد اختراعاتی ثبت شده (به ازای هر یک میلیون نفر جمعیت):
 - ۴- تعداد مقاله‌های چاپ شده در مجله‌های معتبر بین‌المللی.
- ج) حوزه انتقال و کاربرد دانش جدید:
- ۱- شرکتهای درگیر در نوآوری جمعی:
 - ۲- کاربردهای اختراعاتی ثبت شده تکنولوژی پیشرفته (به ازای هر یک میلیون نفر جمعیت).
- د) حوزه امور مالی و ستاده‌های نوآوری:
- ۱- درصد ارزش افزوده تولیدی در بخشهای تکنولوژی پیشرفته:
 - ۲- ارزش افزوده بازاری فعالیتهای تحقیق و توسعه:
 - ۳- محصولات جدید برای بازار (به‌عنوان درصدی از فروش شرکتهای تولیدی).

۱۰- منابع

- [1] Archibugi D., Pianta M.; "Measuring technological change through patents and innovation surveys"; *Technovation*, Vol.16, No. 9, 1996.
- [2] Cyhn Jin W.; "Technology transfer and international production"; Edward Elgar Publishing; Inc., 2002.
- [3] OECD; "A summary of the Frascati manual"; Organization for Economic Co-Operation and Development, Paris, 1994.
- [4] Archibugi D., Sirilli G.; "The direct measurement of technological innovation in business"; *National Research Council*, Italy, Rome, 2000.
- [5] Combos R., Narandren P., Richards A.; "A literature-based innovation output indicator"; *Research Policy*, No. 25, 1996.
- [6] Acs Z., Audretsch D.; "Innovation and small firms"; Cambridge, MA, MIT Press.
- [7] Klomp L.; "Measuring output from R&D activities in innovation surveys"; *Paper Prepared for The ISI 53 Conference*, Korea, Seoul, 2001.

- [8] OECD.; "Oslo Manual"; The measurement of scientific and technological activity; Organization for Economic Co-Operation and Development, Paris, 1997.
- [9] Muzavt G.; "Description of national innovation survey carried on, or foreseen, in 1997-1999" STI Working Papers.
- [۱۰] باقری س.ک.؛ "سنجش نوآوری در صنعت برق؛" مجموعه مقالات کنفرانسهای صنعت برق، متن ۱۳۸۲.
- [11] Niosi J.; "National systems of innovations are 'X – efficient' (and X effective). Why some are Slow Learners"; *Research Policy*, No. 31, 2002.
- [12] Porter M., Stern S., Furman J.L.; "The determinants of national innovation capacity"; *Research Policy*, No. 31, 2002.
- [13] Arundel A.; "Innovation scoreboards: Promises, pitfalls and policy applications"; *Conference of Innovation and Enterprise Creation: Statistics and Indicators*, France, 2001.
- [14] WWW.CORDIS.LU/2001 Innovation Scoreboard.
- [15] Carlsson B., Jacobsson S., Holmen M., Rickne A., "Innovation systems: analytical and methodological issues"; *Research Policy*, No. 31, 2002.
- [16] Liue X., White S., "Comparing innovation systems: A framework and application to china's transitional context"; *Research Policy*, No. 30, 2001.
- [۱۷] ملکی فر، تقوی، ارگاس، هنری؛ "بررسی تطبیقی سیاستهای کلان تکنولوژی و نظامهای پژوهشی - آموزشی در کشورهای عمده صنعتی؛" ترجمه: ملکی فر، تقوی؛ مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، تهران، ۱۳۷۷.
- [18] Cantner U., Pyka A.; "Classifying technology policy from an evolutionary perspective"; *Research Policy*, No. 30, 2001.
- [19] Balzat M.; "The theoretical basis and the empirical treatment of national innovation systems"; University of Augsburg, Institute for Economics, 2002.
- [۲۰] مهربانی م.؛ "مؤسسات پژوهشی کشور (بخش دولتی)؛" مرکز تحقیقات علمی کشور؛ تهران؛ ۱۳۸۰.

سید حبیب‌الله طباطبائی و همکار  بررسی سیستمهای سنجش نوآوری و ارائه ...

- [21] Inge C., Kerssens-van D.; "Systematic design of R&D performance measurement system"; Thesis University of Twente, Enschede, The Netherlands, 1999.