



ارائه الگویی مفهومی برای سنجش نوآوری ملی در کشورهای در حال توسعه

سید رضا سلامی^۱مهدی محمدی^۲

چکیده:

فناوری و نوآوری نقشی حیاتی در خلق ثروت و رشد اقتصادی کشورها ایفا می‌کنند. رشد بسیار سریع دانش در سال‌های گذشته، فقط در زمانی منجر به منافع اجتماعی برای کشورها می‌شود که این دانش به صورتی اثربخش تبدیل به نوآوری شود (او.ای.سی.دی، ۲، ۱۹۹۹).^۴ در سطح ملی رویکردهای سیاست‌گذاری نوآوری با استفاده از مفهوم نظام ملی نوآوری، توسعه یافته و چارچوب جدیدی برای توسعه علم و فناوری در سطح ملی ایجاد شده است که نیازمند شناخت عوامل درونی و بیرونی تأثیرگذار بر توسعه نوآوری در سطح ملی است. سنجش توان نوآوری ملی کشورها از طریق سنجش توان نظام ملی نوآوری آنها در حوزه‌های مختلف تأثیرگذار بر نوآوری، از مباحث مهم سیاست‌گذاری در این حوزه است که در این مقاله به آن پرداخته و یک الگوی مفهومی برای این موضوع ارائه می‌گردد. این مقاله با رویکردی ترویجی سعی دارد که چارچوبی مفهومی برای سنجش نوآوری در سطح ملی با استفاده از کارکردهای نظام ملی نوآوری ارائه کند. در این مقاله ابتدا با بررسی ادبیات و مفاهیم مرتبط با نظام ملی نوآوری و الگوهای سنجش آن در سطح ملی یک چارچوب مفهومی برای کارکردهای نظام ملی نوآوری استخراج شده است و سپس با استفاده از رویکردهای مختلفی که برای سنجش نظام نوآوری در سطح ملی وجود دارد، اقدام به استخراج مجموعه‌ای از شاخص‌ها شده است که می‌توان بر پایه آنها اقدام به سنجش و مقایسه کارکردهای نظام ملی نوآوری در میان کشورهای مختلف نمود. در نهایت مدلی ارائه شده است که در برگیرنده سه کارکرد اصلی نظام ملی نوآوری یعنی خلق، انتشار و بهره‌برداری از نوآوری و شش کارکرد فرعی است که ذیل آنها ۲۷ شاخص در نظر گرفته شده است. این رویکرد با در نظر گرفتن ملاحظات مرتبط با کشورهای در حال توسعه تدوین شده است و می‌تواند به کشورهای در حال توسعه کمک کند تا نقاط ضعف و قوت نوآوری ملی خود را شناسایی و میزان شکاف خود را با دیگر کشورها اندازه‌گیری کنند.

۱ - دکتری مدیریت تکنولوژی - عضو هیئت علمی دانشکده مدیریت دانشگاه علامه طباطبایی - ۰۹۱۲۱۴۸۸۶۸۹ - E-mail: rz_salami@yahoo.com

۲ - دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی - دانشگاه علامه طباطبایی - ۰۹۱۲۳۴۳۶۶۱۹ - E-mail: mohammadi.mehdi@gmail.com

^۳Organization for Economic Cooperation and Development (OECD): سازمان همکاری و توسعه اقتصادی

^۴OECD, 1999



کلید واژه‌ها: نظام ملی نوآوری، سنجش نوآوری ملی، کارکردها، شاخص‌ها

مقدمه

فناوری و نوآوری نقشی حیاتی در خلق ثروت و رشد اقتصادی کشورها ایفا می‌کنند. با توجه به این موضوع می‌توان گفت که توجه به نوآوری فناوری باید به عنوان اصلی اساسی در فرایند توسعه کشورها مدنظر قرار گیرد. رشد بسیار سریع دانش در سالهای گذشته، فقط در زمانی منجر به منافع اجتماعی برای کشورها می‌شود که به صورتی اثربخش این دانش‌ها به نوآوری تبدیل شوند (او.ای.سی.دی، ۱۹۹۹).

سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) در دستور کار اسلو^۱ نوآوری محصولی و فرایندی فناورانه را چنین تعریف می‌نماید: "ایجاد محصولات یا خدمات جدید و یا هرگونه تغییر قابل ملاحظه در محصولات و خدمات کنونی". زمانی یک نوآوری به تحقق می‌پیوندد که در قالب یک محصول یا خدمتی جدید وارد بازار گردد (نوآوری محصولی) و یا در فرایند تولید به کار گرفته شود (نوآوری فرایندی). بنابراین نوآوری‌ها مجموعه‌ای از فعالیت‌های علمی، فناورانه، سازمانی، مالی و تجاری را در برمی‌گیرند (او.ای.سی.دی، ۲۰۰۵^۲).

با توجه به این تعریف، می‌توان گفت که نوآوری چیزی فراتر از فعالیت‌های علمی و فناورانه است و ساختار کلی این فعالیت‌ها را نشان می‌دهد، از این رو لازم است که به صورتی نظام‌مند و ساختاریافته به نوآوری پرداخته شود. این دیدگاه منجر به پدیدار شدن نگرشی نظام‌مند نسبت به نوآوری شده است. در این نگرش، عناصر تأثیرگذار بر فرایند نوآوری به صورت متقابل و متعامل شناخته شده و مسیرهای بازخور مناسب برای دستیابی به نوآوری شناسایی می‌شود. نوآوری به عنوان محرکی کلیدی در دستیابی به رشد اقتصادی بلندمدت و به عنوان پایه‌ای برای ایجاد توان رقابت‌پذیری در بازارهای جهانی و هم چنین به عنوان بخشی از پاسخ کشورها به چالش‌های اجتماعی موجود، در سطح ملی نیز از اهمیت زیادی برخوردار است (او.ای.سی.دی، ۱۹۹۹). با توجه به این موضوع، یکی از مهم‌ترین نگرش‌های نظام‌مند نوآوری با عنوان نظام ملی نوآوری شکل گرفت.

یکی از وظایف کلیدی دولت‌ها، سیاست‌گذاری صحیح به منظور تقویت نظام ملی نوآوری خود در راستای دستیابی به مزیت‌های بیش‌تر در فرایند جهانی‌شدن و حرکت به سمت اقتصاد دانش محور است (او.ای.سی.دی، ۱۹۹۹). شناسایی کارکردهای اساسی نظام ملی نوآوری می‌تواند به سیاست‌گذاران در زمینه اتخاذ سیاست‌ها و اهداف مناسب برای ارتقای توان نوآوری و فناوری کشورها کمک کند. نویسندگان مختلف هر کدام به نوعی به کارکردهای مختلف نظام ملی نوآوری پرداخته‌اند، ولی سه کارکرد عمده از سوی بیش‌تر این نویسندگان بیان شده است که عبارتند از: خلق دانش جدید، انتشار دانش و بهره‌برداری از دانش (کارلسون و دیگران، ۲۰۰۳؛ او.ای.سی.دی، ۱۹۹۷^۴). سیاست‌گذاران باید با توجه به این کارکردها و با نگرشی نظام‌مند، سیاست‌های مناسبی

1- OSLO manual

2- OECD, 2005

3-Carlsson B., Jacobsson S., Holmen M., Rickne A., 2002

4- OECD, 1997



برای ارتقای توان رقابت‌پذیری و توسعه فناوری کشور در پیش گیرند. بی تردید در دنیای امروز، حرکت کشورهای در حال توسعه به سمت این کارکردها با مشکلات زیادتری همراه است و فرایند جهانی‌شدن و رشد سریع فناوری‌های موجود فرصت تفکر و حرکت آهسته را از این کشورها گرفته است. نظام ملی نوآوری با استفاده از کارکردهای خود، ابزاری تحلیلی برای تجزیه و تحلیل اقتصاد دانشی و نوآوری کشورها ارائه می‌کند (چانگ و چن، ۲۰۰۴).

مروری بر ادبیات موضوع

مفهوم و کارکردهای نظام ملی نوآوری

نظام ملی نوآوری یکی از مهم‌ترین رویکردهای نگرش نظام‌مند است که با توسعه اقتصاد دانش محور و افزایش رقابت جهانی در عرصه علم و فناوری اهمیت بسیار زیاد پیدا کرده است. با تغییر در فضا و موقعیت نوآوری در عرصه جهانی، نیاز به تغییر در رویکردهای سیاست‌گذاری آن در عرصه ملی، خود را نمایان ساخته و رویکردهایی مانند نظام ملی نوآوری سعی در پاسخ‌گویی به چنین نیازهایی دارند. امروزه نوآوری در واقع توانایی پاسخ‌گویی خلاق به تقاضاهای بازار و دیگر نیازهای اجتماعی است (او.ای.سی.دی، ۱۹۹۹) و در این میان عناصر و نهادهای مختلفی بر این فرایند تأثیر می‌گذارند که در رویکرد نظام ملی نوآوری این عناصر و نهادها و روابط و تعاملات آنها مورد تحلیل قرار گرفته و بررسی می‌شوند.

با توجه به این که فاکتورهای مهمی از فرایند نوآوری امکان جابه‌جایی کمی دارند و نمی‌توان به راحتی آنها را فراتر از مرزهای ملی حرکت داد، رویکرد نظام ملی نوآوری، رویکردی مناسب برای تحلیل نوآوری خواهد بود (جانسون، ادکوئیست و لاندوال، ۲۰۰۳) و (لاندوال، ۲۰۰۱). برخی از این فاکتورها عبارتند از: سرمایه انسانی (به عنوان عامل دانش پنهان)، قوانین حکومتی، نهادهای دولتی و نیمه دولتی و منابع طبیعی. بنابراین می‌توان گفت که در تحلیل نظام‌مند نوآوری در سطح ملی که رویکرد نظام ملی نوآوری بر آن تأکید دارد سه مشخصه اصلی وجود دارد (جانسون و ادکوئیست و لاندوال، ۲۰۰۳):

- § نظام‌های ملی از نظر مشخصه‌های تولید، تجارت و دانش با یکدیگر متفاوتند و این نشان دهنده تفاوت در ساختار تولیدی و دانشی آنها است.
- § عناصر دانشی مورد نیاز و مهم برای عملکرد اقتصادی، معمولاً بومی شده و به راحتی نمی‌توان آنها را از مکانی به مکان دیگر انتقال داد و در نتیجه ارزیابی نوآوری در سطح بخش، ملی یا منطقه‌ای مناسب‌تر است.
- § ایده نظام ملی نوآوری بر تعاملات و ارتباطات میان نهادهای مختلف تأکید دارد؛ زیرا این ارتباطات به عنوان مسیرهای انتقال دانش و فرایندهای تولید و یادگیری دانش عمل می‌کنند.

1- Chang Y., Chen M., 2004

2- Johnson and Edquist and Lundvall, 2003

3-Lundvall, 2001



در منابع گوناگون و از سوی نویسندگان مختلف تعریف‌های متفاوتی از نظام ملی نوآوری ارائه شده است که با بررسی آنها می‌توان به نقاط مشترکی در تعریف نظام ملی نوآوری دست یافت. در زیر برخی از این تعریف‌ها بیان می‌شوند:

§ نظام ملی نوآوری نظامی است که در آن شرکت‌های خصوصی و دولتی (بزرگ و کوچک)، دانشگاه‌ها و آژانس‌های دولتی به تعامل می‌پردازند تا به تولید علم و فناوری در درون مرزهای ملی کمک کنند. تعامل میان این واحدها ممکن است فنی، تجاری، قانونی، اجتماعی و مالی باشد و هدف این تعاملات، توسعه، حمایت، سرمایه‌گذاری و قانون‌گذاری برای علم و فناوری جدید است (نیوسی، ۲۰۰۲).

§ مجموعه‌ای از نهادهای مجزا که در ارتباط با هم و به صورت منفرد در توسعه و انتشار فناوری جدید نقش دارند و در چارچوب یک ساختار حکومتی شکل می‌گیرند تا سیاست‌هایی را برای تأثیرگذاری بر فرایند نوآوری پیاده کنند. بنابراین نظام ملی نوآوری نظامی از نهادهای به هم پیوسته است که دانش، مهارت‌ها و خلاقیت‌هایی را که منجر به فناوری‌های جدید می‌شوند، را خلق و انباشت می‌کند و انتقال می‌دهد (متکالف، ۱۹۹۵).

§ شبکه‌ای از سازمان‌ها و مجموعه‌ای از سیاست‌ها و نهادهای که بر معرفی و خلق فناوری جدید برای یک اقتصاد تأثیر می‌گذارند (دالمن، ۱۹۹۴).

§ نظام ملی نوآوری شبکه‌ای از نهادهای در بخش‌های خصوصی و دولتی است که فعالیت‌ها و تعاملات آنها منجر به ابتکار، واردات، اصلاح و انتشار فناوری‌های جدید می‌شود (فریمن، ۱۹۸۴).

§ عناصر و ارتباطاتی که در جهت تولید، انتشار و استفاده از دانش جدید و سودمند از نظر اقتصادی، با یکدیگر در تعاملند و در درون مرزهای یک کشور عمل می‌کنند (لاندوال، ۲۰۰۱).

باتوجه به تعریف‌های بالا می‌توان گفت که شناخت نهادهای درگیر در فرایند نوآوری در سطح ملی و چگونگی تعاملات و ارتباطات آنها در جهت انجام سه هدف عمده یعنی خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش مهم‌ترین مباحث مطرح شده در نظام ملی نوآوری است. این گونه می‌توان نظام ملی نوآوری را به عنوان رویکرد مناسبی برای جهت‌دهی تعاملات نهادهای درگیر در فرایند نوآوری در عرصه ملی در جهت ایجاد یادگیری تعاملی و خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش در عرصه ملی به کار گرفت.

هر نظام ملی نوآوری بایستی کارکردها و فعالیت‌هایی را در جهت توسعه نوآوری ملی داشته باشد که این کارکردها و فعالیت‌ها در سطوح مختلفی قابل شناسایی و تبیین هستند. در این مقاله تعریف موردنظر برای نظام ملی نوآوری، تعریف لاندوال است. بنابراین در سطح کلان می‌توان گفت که مهم‌ترین کارکردهای نظام ملی نوآوری "خلق"، "انتشار" و "بهره‌برداری" از دانش و نوآوری است که این موضوع در تعریف لاندوال به روشنی آمده (لاندوال، ۲۰۰۱) و در دیگر تعاریف نیز به صورت‌های مختلفی به آن پرداخته شده است. از نظر

1-Niosi, 2002

2-Metcalf, 1995

3-Dahlman, 1994

4-Freeman, 1987



ادکویست آن عواملی که بر خلق، انتشار و بهره‌برداری از نوآوری‌ها تأثیر گذارند، فعالیت‌های نظام ملی نوآوری محسوب می‌شوند (ادکویست، ۲۰۰۴). بنابراین تمامی فعالیت‌های موردنظر در نظام ملی نوآوری را می‌توان در قالب این سه کارکرد اصلی که در این مقاله از آنها با عنوان اهداف نظام ملی نوآوری یاد می‌شود، دسته بندی نمود.

درباره فعالیت‌های نظام ملی نوآوری نظرات بسیار متفاوتی وجود دارد که هر کدام بر جنبه‌های خاصی از آن تأکید می‌کنند. جانسون و جاکوبسون فعالیت‌های اصلی نظام ملی نوآوری را این گونه بیان می‌نمایند (فینسن، ۲۰۰۲):

- ۱ - خلق دانش جدید
 - ۲ - هدایت جهت‌گیری فرایندهای تحقیقاتی
 - ۳ - تأمین منابع مورد نیاز
 - ۴ - تسهیل خلق ارتباطات و تعاملات خارجی (از طریق تبادل اطلاعات، دانش و ...)
 - ۵ - تسهیل شکل‌دهی بازارها
- فعالیت‌های اصلی نظام ملی نوآوری از نظر لیو و وایت چنین است (لیو و وایت، ۲۰۰۳):
- ۱ - تحقیقات (بنیادی، توسعه‌ای و مهندسی)
 - ۲ - پیاده‌سازی (ساخت و تولید)
 - ۳ - کاربرد نهایی (مشترک‌های خروجی‌های محصولی یا فرآیندی)
 - ۴ - پیوند (تجمیع دانش‌های مکمل)
 - ۵ - آموزش و پرورش

در یکی از مهم‌ترین دسته بندی‌های موجود، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) فعالیت اصلی نظام ملی نوآوری را به صورت زیر بیان نموده است (او.ای.سی.دی، ۱۹۹۹):

- ۱ - سیاست‌گذاری
- ۲ - تسهیل، هدایت و تأمین مالی فعالیت‌های تحقیق و توسعه (R&D)
- ۳ - انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه (R&D)
- ۴ - ارتقای کارآفرینی فناوری
- ۵ - اشاعه و انتقال فناوری
- ۶ - توسعه و ارتقای منابع انسانی
- ۷ - تولید کالاها و ارائه خدمات

با وجود این که تفاوت‌هایی در فعالیت‌های مورد نظر برای نظام ملی نوآوری در تعریف‌های گوناگون دیده

1-Edquist, 2004

2-Feinson, 2002

3-Liu and White, 2001



می‌شود و هنوز به یک تعریف واحد در این زمینه دست نیافته‌ایم، اما می‌توان با جمع‌بندی آنها به دسته‌ای از فعالیت‌های مشترک دست پیدا کرد که تا حدودی در تعریف اوای.سی.دی هم نهفته است. در این مقاله از فعالیت‌های بیان شده در تعریف اوای.سی.دی استفاده می‌شود.

رویکردهای سنجش نوآوری ملی

برای سیاست‌گذاری یک نظام ملی نوآوری لازم است که بتوانیم پس از سنجیدن وضعیت موجود خود و مقایسه آن با وضعیت مطلوب، میزان شکاف و نیز نقاط قوت و ضعف خود را شناسایی کنیم. از این رو استفاده از شاخص‌هایی که بتواند تمامی ابعاد یک نظام ملی نوآوری را به صورت کمی ارزیابی کند و نمایی از وضعیت موجود آن را نشان دهد، از لوازم سیاست‌گذاری نظام ملی نوآوری است. در سیاست‌گذاری عمومی مرتبط با نوآوری، شاخص‌های نوآوری می‌توانند نقش‌های زیر را ایفا کنند (ون استین، ۱۹۹۵):

- نقش اعلام‌کننده (علامت‌دهنده) و یا پایش‌کننده
- نقش محاسبه، ارزیابی و تخصیص بودجه‌ها
- نقش قانون‌گذاری
- نقش آگاه‌سازی

به این دلیل شاخص‌های متعددی با رویکردهای گوناگون برای سنجش نوآوری در سطح ملی تدوین شده‌اند. شناسایی این شاخص‌ها و دسته‌بندی آنها می‌تواند سطح توانمندی‌ها و عملکرد هر کشور را در حوزه‌های مختلف مرتبط با نوآوری نشان دهد. برای این منظور دسته‌بندی‌های مختلفی از شاخص‌های نوآوری ملی انجام شده است که با توجه به چارچوب مفهومی مورد استفاده در تحلیل نوآوری ملی، هر کدام از این دسته‌بندی‌ها کارکردهای خاص خود را دارند. با بررسی مدل‌های مختلف سنجش نوآوری ملی می‌بینیم که سه نوع دسته‌بندی مختلف در ساختاردهی به شاخص‌های نوآوری ملی دیده می‌شود (کمیسیون اجتماعی و اقتصادی غرب آسیا، ۲۰۰۳):

۱ - دسته‌بندی اول، دسته‌بندی براساس حوزه‌های مختلف تأثیرگذار بر فرایند نوآوری ملی است. حوزه‌های مختلفی مانند توسعه منابع انسانی، فعالیت‌های تحقیق و توسعه، منابع مالی مورد نیاز برای نوآوری و غیره وجود دارد که در هر کدام از این حوزه‌ها، شاخص‌های مرتبط به صورت مجزا تعریف و سنجیده می‌شود. الگوهای مختلفی بر اساس این دیدگاه شکل گرفته است. الگوی سنجش نوآوری اروپایی بر اساس این دیدگاه، شاخص‌های نوآوری ملی را در حوزه‌های منابع انسانی، خلق دانش، انتقال و به‌کارگیری دانش، سرمایه‌گذاری، خروجی و بازارهای نوآوری دسته‌بندی می‌کند (اتحادیه اروپا، ۲۰۰۴). اوای.سی.دی نیز در مدل سنجش شاخص‌های علم و فناوری خود، این شاخص‌ها

1-Van Steen, 1995

2-Economic & Social Commission of Western Asia (ESCWA), 2003

3-European commission, 2004



را در گروه‌های تحقیق و توسعه و نوآوری: خلق و انتشار دانش؛ منابع انسانی موجود در علم و فناوری: دانش و مهارت‌ها؛ حق اختراعات: حفاظت و تجاری‌سازی دانش؛ فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT): توانمندسازی برای جامعه دانش‌محور؛ جریان‌های دانشی و شرکت‌های جهانی؛ و تأثیر دانش بر فعالیت‌های بهره‌ورانه دسته بندی نموده است (او.ای.سی.دی، ۲۰۰۵).

۲- دسته بندی دوم براساس جایگاه شاخص‌ها در فرایند نوآوری ملی انجام می‌شود؛ یعنی شاخص‌ها براساس ورودی، خروجی و یا فرایندی دسته‌بندی شده و مورد سنجش قرار می‌گیرند. این دیدگاه بر اساس یک نگرش نظام‌مند و فرایندی به نوآوری ملی شکل می‌گیرد و می‌تواند مؤلفه‌های مهمی از نوآوری ملی را سنجش کند. نازیروفسکی و آرلوکس در دو مقاله، با ارائه الگویی برای ارزیابی نظام ملی نوآوری، دسته‌بندی خاصی از شاخص‌های نوآوری ملی ارائه داده‌اند که امکان انجام تحلیل‌های کمی و آماری نظام ملی نوآوری را فراهم می‌کند. در این مدل شاخص‌های نوآوری ملی به سه دسته شاخص‌های ورودی، شاخص‌های خروجی و شاخص‌های میانی دسته‌بندی شده‌اند. این الگو با در نظر گرفتن نظام ملی نوآوری به عنوان یک فرایند، امکان تحلیل آن را فراهم می‌نماید و در واقع آن را به صورت یک سیستم اقتصادی شامل اجزای زیر می‌داند (نازیروفسکی و آرکلوس، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۳):

- ورودی‌ها: عبارتند از میزان دستیابی یک اقتصاد به فناوری‌های جدید از خارج، میزان تلاش فناورانه جدید داخلی و سطح میزان سرمایه انسانی و مالی در زمینه‌های فناوری.
- خروجی‌ها: نتایج حاصل از این تلاش‌های فناورانه را شامل می‌شوند.
- میانجی‌ها: نشان‌دهنده عناصر ساختار اقتصادی - اجتماعی یک کشور است که بر ورودی‌ها و خروجی‌ها تأثیر می‌گذارند.

با تحلیل این شاخص‌ها می‌توان میزان سهم و مشارکت نظام ملی نوآوری در اقتصاد ملی را تحلیل نمود و میزان مشارکت آن در پیشرفت یک کشور از طریق افزایش بهره‌وری کل را بررسی کرد.

۳- در یک دسته‌بندی دیگر شاخص‌ها بر اساس هدف‌ها و کارکردهای مورد انتظار از نظام ملی نوآوری دسته بندی می‌شوند. در این دسته‌بندی به طور معمول به سه هدف اصلی نظام ملی نوآوری یعنی خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش و نوآوری اشاره می‌گردد و شاخص‌ها با توجه به این که کدام یک از اهداف سه‌گانه ذکر شده برای نظام ملی نوآوری را دنبال می‌کنند، دسته‌بندی می‌شوند. با این رویکرد کارلسون و همکارانش الگویی را برای سنجش عملکرد یک نظام فناورانه ارائه دادند که به سه دسته از شاخص‌ها اشاره دارد: خلق دانش؛ انتشار دانش؛ بهره‌برداری از دانش (کارلسون و دیگران، ۲۰۰۲). در گزارشی که کمیسیون اجتماعی و اقتصادی غرب آسیا تدوین نموده است نیز دسته بندی مشابهی دیده می‌شود. این دسته‌بندی

1-OECD, 2005

2- Nasierowski and Arcelus, 1999 & 2003



عبارتست از: شاخص‌های مرتبط با خلق علم، فناوری و نوآوری (STI)؛ شاخص‌های مرتبط با انتشار علم، فناوری و نوآوری (STI)؛ شاخص‌های مرتبط با انتقال علم، فناوری و نوآوری (STI)؛ شاخص‌های مرتبط با بهره‌برداری از علم، فناوری و نوآوری (STI)؛ شاخص‌های بهره‌وری تولید ناخالص داخلی (GDP)؛ و شاخص‌های مرتبط با نوآوری محصولی و فرایندی (کمسیون اجتماعی و اقتصادی غرب آسیا، ۲۰۰۳). البته، الگوهایی نیز دیده می‌شوند که ترکیبی از دسته‌بندی‌های بالا را برای دسته‌بندی شاخص‌های نوآوری استفاده نموده‌اند. پورتر و همکارانش با طرح مفهوم "ظرفیت نوآورانه ملی"، مجموعه‌ای از شاخص‌ها را برای سنجش ظرفیت نوآورانه ملی ارائه دادند که در پنج حوزه کلی تعریف شده‌اند: خروجی‌های نوآورانه؛ کیفیت زیرساخت‌های اصلی نوآوری؛ محیط نوآورانه خوشه‌های صنعتی؛ میزان مشارکت و فاکتورهای خروجی مرتبط (پورتر و دیگران، ۲۰۰۲). نیوزی و همکارانش نیز برای بررسی کارایی و اثربخشی نظام‌های نوآوری ملی از یک دسته‌بندی ترکیبی استفاده کرده‌اند که عبارتست از: شاخص‌های اثربخشی؛ شاخص‌های کارایی؛ کیفیت خروجی‌ها؛ جریان‌ها/هم‌افزایی؛ نسبت‌ها و شاخص‌ها در سطح نظام ملی نوآوری (نیوسی، ۲۰۰۲). در بررسی الگوهای مختلف می‌بینیم که از دسته‌بندی‌های مختلفی برای شاخص‌های نوآوری ملی استفاده شده است که هر کدام کاربردهای خاص خود را دارند؛ ولی لاندوال درباره سنجش عملکرد نظام ملی نوآوری این گونه می‌گوید (لاندوال، ۱۹۹۲): مناسب‌ترین شاخص‌های عملکردی برای نظام ملی نوآوری باید بتواند کارایی و اثربخشی آن را در زمینه تولید، انتشار و بهره‌برداری از دانش سودمند اقتصادی نشان دهد. پس در این مقاله با در نظر گرفتن تعریف لاندوال از نظام ملی نوآوری، هدف از سنجش نوآوری ملی را ارزیابی توان آن در خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش و نوآوری می‌دانیم که هر کدام از این حوزه‌ها دارای شاخص‌های خاص خود بوده و امکان مقایسه یک کشور را با دیگر کشورها در هر سه حوزه فراهم می‌کند و از این طریق می‌توان نقاط قوت و ضعف نظام ملی نوآوری یک کشور را با توجه به سه حوزه یاد شده شناسایی نمود.

ارائه یک الگوی مفهومی برای سنجش نوآوری ملی

همان‌طور که گفته شد، در این مقاله برای دستیابی به یک الگوی مناسب برای سنجش نوآوری ملی که بتواند همه ابعاد نظام ملی نوآوری را مورد بررسی قرار دهد، از تعریف لاندوال درباره نظام ملی نوآوری استفاده شده است. این تعریف سه کارکرد اصلی نظام ملی نوآوری را خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش و نوآوری می‌داند (لاندوال، ۱۹۹۲). در این مقاله این سه کارکرد با عنوان اهداف نظام ملی نوآوری بیان شده‌اند. از طرف دیگر برای پوشش دادن همه ابعاد نظام ملی نوآوری لازم بود تا شاخص‌هایی تعریف شوند که تمامی فعالیت‌های نظام ملی نوآوری را دربرگیرند. این فعالیت‌ها در واقع ابعاد مختلفی از کارکردهای اصلی و یا اهداف نظام ملی نوآوری را روشن می‌کنند. برای این منظور نیز از تعریف او.ای.سی.دی در زمینه فعالیت‌های نظام ملی نوآوری



استفاده شده است که عبارتند از: سیاست‌گذاری؛ تسهیل و تأمین تحقیق و توسعه (R&D)؛ انجام تحقیق و توسعه؛ توسعه نیروی انسانی؛ انتشار و انتقال فناوری؛ ارتقای کارآفرینی فناوری؛ تولید کالا و خدمات (او. ای.سی.دی، ۱۹۹۹).

با توجه به این تعریف‌ها و با توجه به الگوهای سه‌گانه ذکر شده برای دسته‌بندی شاخص‌ها، تصمیم بر این شد که از یک الگوی ترکیبی استفاده شود که هم دربرگیرنده حوزه‌های مختلف تأثیرگذار بر نظام ملی نوآوری (فعالیت‌های نظام ملی نوآوری) باشد و هم اهداف اصلی نظام ملی نوآوری را مورد سنجش قرار دهد. بر این اساس اقدام به توسعه یک الگوی سلسله‌مراتبی گردید که در آن هدف کلان در نظام ملی نوآوری، توسعه نوآوری ملی است. این هدف کلان به سه هدف اصلی که همان کارکردهای اصلی نظام ملی نوآوری (خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش و نوآوری) است شکسته می‌شود. در سطح بعدی، برای هر کدام از این سه هدف اصلی، فعالیت‌های متناظر آنها شناسایی و در نظر گرفته شد و در سطح آخر شاخص‌هایی برای سنجش نوآوری ملی بیان گردید:

سطح ۱) هدف کلان نظام ملی نوآوری: توسعه نوآوری ملی

سطح ۲) اهداف اصلی: خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش و نوآوری

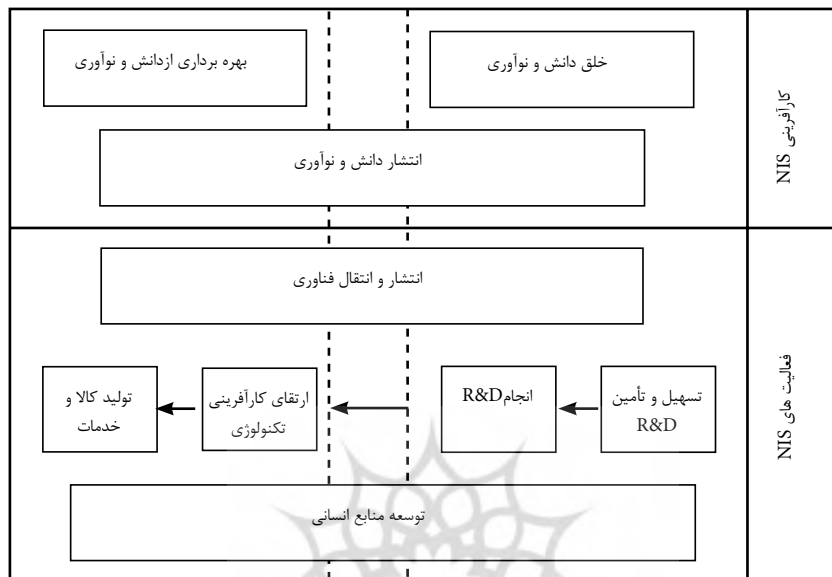
سطح ۳) فعالیت‌های متناظر با هر کدام از اهداف سطح ۲

سطح ۴) شاخص‌های متناظر با هر کدام از فعالیت‌های سطح ۳

به منظور شناسایی فعالیت‌های متناظر برای این هدف‌ها، با تحلیل هر یک از کارکردهای ارائه شده توسط او.ای.سی.دی، آنها را در سه حوزه اصلی دسته‌بندی نمودیم. با توجه به شکل ۱، یک الگوی مفهومی کلی برای نحوه ارتباط میان کارکردها و فعالیت‌های نظام ملی نوآوری که براساس آن امکان سنجش نوآوری ملی فراهم آمده، به تصویر کشیده شده است. در این الگو، ارتباط میان فعالیت تسهیل و تأمین تحقیق و توسعه (R&D) و انجام تحقیق و توسعه در کارکرد خلق دانش به صورت خطی مشخص شده است. همچنین بهره‌برداری از دستاوردهای تحقیق و توسعه در قالب حق اختراعات و انتشارات از طریق کارآفرینی فناورانه در شرکت‌های زایشی، انکوباتورها و پارک‌های فناوری و از طریق سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر در توسعه و به کارگیری نوآوری امکان‌پذیر است و در نهایت این کارآفرینی‌ها در ابعاد اقتصادی و تجاری در قالب کالا و خدمات جدید عرضه شده و این موضوع در فعالیت تولید کالا و خدمات تحقق می‌یابد. از طرف دیگر زیرساخت‌های لازم برای انتشار و انتقال فناوری و همچنین توسعه منابع انسانی این امکان را فراهم می‌کنند تا تعاملات و ارتباطات لازم در میان این فعالیت‌ها شکل بگیرند و توسعه دانش و نوآوری در سطح ملی از واحدهای تحقیقاتی به واحدهای تولیدی و در سرتاسر نظام ملی نوآوری انتشار یابد.



شکل ۱: الگوی مفهومی سنجش نوآوری ملی بر اساس کارکردها و فعالیت‌های نظام ملی نوآوری



مرجع: جمع‌بندی مولفان مقاله

همان طور که در شکل ۲ نیز دیده می‌شود، فعالیت‌های مرتبط با حوزه خلق دانش و نوآوری عبارتند از:

- ۱- تسهیل و تأمین تحقیق و توسعه: این فعالیت دربرگیرنده تمامی ورودی‌های لازم برای خلق دانش و نوآوری است که می‌تواند از طریق سرمایه‌گذاری، تسهیلات، مشوق‌ها، بارانه‌ها و غیره انجام شوند.
 - ۲- انجام تحقیق و توسعه (R&D): این فعالیت دربرگیرنده همه خروجی‌های مرتبط با خلق دانش و نوآوری است که می‌تواند در قالب حق اختراعات، انتشارات، مقالات و غیره محقق شوند.
- فعالیت‌های مرتبط با حوزه انتشار دانش و نوآوری نیز عبارتند از:

- ۱- توسعه نیروی انسانی: این فعالیت منجر به انتشار هر چه بیشتر دانش و فناوری در سطح ملی می‌شود و یادگیری ملی را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر این فعالیت می‌تواند زیرساخت‌های لازم برای انتشار و انتقال دانش و فناوری را در سطح ملی ایجاد کند. البته برخی از شاخص‌های این فعالیت مانند تعداد محققان را می‌توان به عنوان ورودی‌های حوزه خلق دانش نیز مورد استفاده قرار داد.
- ۲- انتشار و انتقال فناوری: این فعالیت همان طور که از نام این فعالیت پیداست بر این کارکرد نیز یکی از مهم‌ترین کارکردهای نظام ملی نوآوری است که زمینه تعامل درونی و بیرونی نظام ملی نوآوری و نهادهای درگیر در آن را فراهم می‌کند. یادگیری تعاملی مهم‌ترین موضوعی است که در این کارکرد



اتفاق می‌افتد و از طریق شبکه‌سازی، همکاری‌های فناورانه، انتقال فناوری و غیره امکان تحقق آن وجود دارد.

فعالیت‌های مرتبط با حوزه بهره‌برداری از دانش و نوآوری عبارتند از:

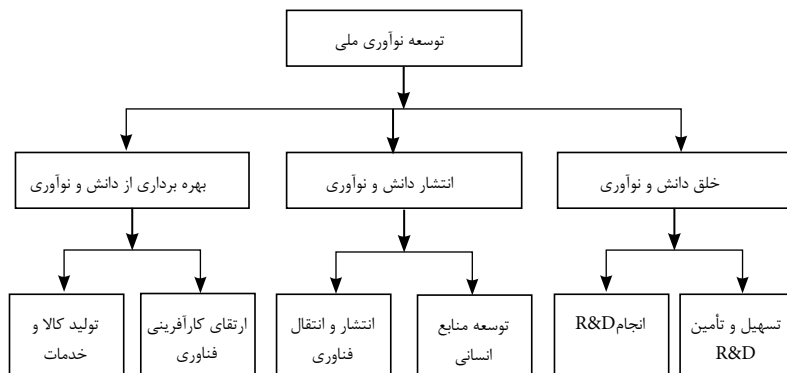
۱- ارتقای کارآفرینی فناوری: کارآفرینی به معنای ایجاد شرایط لازم برای بهره‌برداری رساندن نتایج خلاقیت‌ها و اختراعات در قالب محصولات دارای ارزش بازاری است. این شرایط می‌تواند از راه‌های مختلفی فراهم و در قالب شاخص‌های خاصی نیز خروجی‌های آن متبلور شود. این کارکرد در برگیرنده ایجاد شرایط سرمایه‌گذاری مناسب در زمینه کارآفرینی و همچنین میزان ظهور و بروز شرکت‌ها و سازمان‌های کارآفرین و نوآور در عرصه ملی است.

۲- تولید کالا و خدمات: در نهایت یک نظام ملی نوآوری باید بتواند خلاقیت‌ها، اختراعات و فعالیت‌های علمی و فناورانه خود را پس از کارآفرینی در قالب کالا و خدمات به مرحله تولید برساند. هر چه یک نظام ملی نوآوری پیش‌تر بتواند محصولات نوآورانه‌ای را در حوزه‌های با فناوری سطح بالا به مرحله عمل برساند، توان آن در این کارکرد بیش‌تر خواهد بود.

همان‌طور که دیده می‌شود، یک پیوند منطقی میان هدف‌های اصلی نظام ملی نوآوری و فعالیت‌های مورد نیاز برای تحقق آنها در این الگو به وجود آمده است. این پیوند منطقی در قالب یک الگوی سلسله‌مراتبی به ما کمک می‌کند که به اجزای مختلف نظام ملی نوآوری و نقش آنها در توسعه کلان نوآوری ملی پی ببریم و آنها را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهیم. البته شایان ذکر است که چون فعالیت سیاست‌گذاری به نوعی در دیگر فعالیت‌های نظام ملی نوآوری تأثیرگذار و در همه آنها قابل تحلیل است، در الگوی مورد نظر برای سنجش نوآوری ملی آورده نشده است. این شاخص‌ها در دیگر فعالیت‌های نظام ملی نوآوری در نظر گرفته شد. این بدین معناست که سیاست‌گذاری می‌تواند در قالب تأمین و تسهیل تحقیق و توسعه (R&D)، انجام تحقیق و توسعه، توسعه نیروی انسانی، انتشار و انتقال فناوری، ارتقای کارآفرینی فناوری و تولید کالا و خدمات انجام شود.



شکل ۲: ساختار سلسله مراتبی سنجش نوآوری ملی



مرجع: جمع‌بندی مولفان مقاله

پس از شکل‌گیری الگوی سلسله‌مراتبی، در آخرین سطح، شناسایی شاخص‌های متناسب با هر کدام از فعالیت‌های نظام ملی نوآوری انجام می‌شود. این شاخص‌ها باید بتوانند ابعاد مختلف فعالیت‌های نظام ملی نوآوری را بیان و شرایط را برای سنجش کلان نظام ملی نوآوری فراهم کنند. برای این منظور الگوهای مختلف سنجش نوآوری ملی مورد بررسی قرار گرفت و شاخص‌های موجود در آنها شناسایی و تحلیل شد. مدل سنجش نوآوری اروپایی (اتحادیه اروپا ۲۰۰۴)؛ مدل سنجش شاخص‌های علم و فناوری OECD (او.ای.سی. دی، ۲۰۰۵)؛ مدل نازیروفسکی و آرکیلوس (نازیروفسکی و آرکلوس، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۳)؛ مدل کارلسون و همکاران (کارلسون و دیگران، ۲۰۰۲)؛ مدل ظرفیت نوآرانه ملی پورتر (پورتر و دیگران، ۲۰۰۲)؛ کمیسیون اجتماعی و اقتصادی غرب آسیا (کمیسیون اجتماعی و اقتصادی غرب آسیا، ۲۰۰۲) و غیره مورد بررسی قرار گرفتند. در این بررسی شاخص‌های مختلفی شناسایی شدند که هر کدام از آنها با یکی از فعالیت‌های نظام ملی نوآوری در ارتباط بوده و ابعاد مختلفی از این فعالیت‌ها را روشن می‌کنند. در زیر به شاخص‌های در نظر گرفته شده برای هر کدام از فعالیت‌های نظام ملی نوآوری اشاره می‌شود:

- ۱- شاخص‌های مرتبط با تسهیل و تأمین تحقیق و توسعه (R&D):
 - میزان سرمایه‌گذاری ناخالص داخلی (GERD) (R&D)
 - میزان سرمایه‌گذاری خارجی در R&D
 - میزان یارانه‌ها یا مشوق‌های مالیاتی برای R&D
 - میزان استحکام قوانین حفاظت از مالکیت فکری
- ۲- شاخص‌های مرتبط با انجام تحقیق و توسعه (R&D)



- تعداد مقالات ISI منتشر شده
- تعداد حق اختراعات ثبت شده به صورت بین‌المللی
- تعداد نهادهای تحقیقاتی (R&D)
- ۳- شاخص‌های مرتبط با توسعه نیروی انسانی
 - نسبت نیروهای تحصیل کرده دانشگاهی به کل نیروی کار
 - نرخ سواد
 - میزان سرمایه‌گذاری در آموزش عالی
 - تعداد محققان معادل تمام وقت (FTE)
 - میزان مشارکت افراد در یادگیری طول عمر
- ۴- شاخص‌های مرتبط با انتشار و انتقال فناوری
 - میزان سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)
 - میزان دسترسی به اینترنت
 - تعداد فعالیت‌های R&D و نوآورانه مشترک
 - میزان جابه‌جایی نیروهای تحصیل کرده دانشگاهی
 - تعداد حق اختراعات مشترک
 - تعداد انتشارات مشترک
 - تراز پرداخت‌های فناوریانه
- ۵- شاخص‌های مرتبط با ارتقای کارآفرینی فناوری
 - میزان سرمایه‌گذاری خطرپذیر
 - تعداد شرکت‌های نوآور داخلی
 - تعداد محصولات و خدمات جدید و نوآورانه
 - نرخ ظهور و ایجاد شرکت‌های نوپا
 - تعداد شرکت‌های زایشی صنعتی
- ۶- شاخص‌های مرتبط با تولید کالا و خدمات
 - تراز تجاری محصولات با فناوری سطح بالا
 - میزان فروش محصولات و خدمات نوآورانه
 - بهره‌وری کل (نیروی کار/GDP)



با توجه به این الگو، ۲۷ شاخص در شش فعالیت نظام ملی نوآوری به دست آمده است که می‌توان با سنجش آنها میزان توان یک کشور را در حوزه‌های مختلف خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش و نوآوری تحلیل و بررسی نمود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این مقاله ۲۷ شاخص سنجش نوآوری ملی در سه حوزه خلق، انتشار و بهره‌برداری شناسایی و دسته‌بندی شدند، که در یک ساختار تحلیلی با هدف کلی توسعه نوآوری ملی سازماندهی گردیدند. همان‌طور که گفته شد، هر کدام از حوزه‌های سه‌گانه ذکر شده به دو فعالیت مختلف دسته‌بندی شده و هر فعالیت چندین شاخص را در بر می‌گیرد. این ساختار کلی می‌تواند الگویی برای تدوین شاخص‌های نوآوری ملی و سنجش آن در کشور باشد که از نتایج مهم این مقاله است. با توجه به این که اولویت کشورها در توسعه حوزه‌های مختلف توسعه نوآوری ملی متفاوت است، می‌توان با اولویت‌بندی اهداف اصلی توسعه نوآوری ملی اقدام به سنجش میزان توان کشورها در هر کدام از حوزه‌ها نمود و نقاط قوت و ضعف نظام ملی نوآوری آنها را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

این الگو با دربرگرفتن اهداف اصلی نظام ملی نوآوری و هم‌چنین فعالیت‌هایی که نشان‌دهنده نحوه تحقق این هدف‌ها هستند اقدام به ارائه شاخص‌هایی می‌نماید که در نمایی کلی ابعاد مختلفی از نظام ملی نوآوری را مورد تحلیل قرار می‌دهد. این الگوی کلان می‌تواند در عرصه سیاست‌گذاری نوآوری ملی به خصوص در کشورهای در حال توسعه مورد استفاده قرار گیرد.

به دلیل این که کشورهای در حال توسعه دارای اولویت‌های متفاوتی در عرصه نوآوری ملی هستند، لازم است که حوزه‌ها و اهداف اولویت‌دار توسعه نوآوری و فناوری کشور خود را شناسایی نموده و با بررسی و تحلیل سطح توانمندی‌های موجود و مطلوب اقدام به سیاست‌گذاری و هدایت فرایند توسعه نوآوری ملی خود کنند. این الگو همچنین این امکان را فراهم می‌کند که سیاست‌گذاران در کشورهای در حال توسعه با تعیین اولویت‌های خود در یک ساختار سلسله‌مراتبی اقدام به سنجش توانمندی‌های خود نمایند. اولویت کشورها در خلق، انتشار و بهره‌برداری از دانش و نوآوری متفاوت است و ممکن است که برای برخی از کشورهای در حال توسعه، ایجاد زیرساخت‌های انتشار دانش و نوآوری در اولویت بالاتری قرار داشته باشد. از این رو در ساختار تحلیلی و سیاست‌گذاری این کشورها در زمینه نوآوری ملی نیز باید الگوهایی مورد استفاده قرار گیرند که امکان تحلیل اولویت‌بندی شده شاخص‌ها را فراهم نماید.

از طرف دیگر، در کشورهای در حال توسعه سنجش این شاخص‌ها در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته می‌تواند نشان‌دهنده میزان شکاف موجود میان آنها و هم‌چنین حوزه‌ها و فعالیت‌های دارای تفاوت عملکرد



و شکاف در سطح ملی می‌شود. با انجام این تحلیل، کشورهای در حال توسعه می‌توانند نقاط قوت و ضعف خود را در حوزه‌های مختلف توسعه نوآوری ملی در مقایسه با کشورهای توسعه یافته تحلیل نمایند و الزامات توسعه به سمت یک اقتصاد دانش محور را شناسایی کنند. علاوه بر این، با تحلیل تاریخی این شاخص‌ها در کشورهای توسعه یافته می‌توان به روند توسعه اهداف مختلف نوآوری ملی در طول زمان در این کشورها پی برد و اولویت‌های آنها را در هر کدام از مراحل توسعه ملی خود مورد بررسی قرار داد و از طریق یک فرایند الگوبرداری نظام‌مند به تحلیل وضعیت موجود کشورهای در حال توسعه و الزامات توسعه آنها در شرایط کنونی دست یافت.

مراجع:

Carlsson B., Jacobsson S., Holmen M., Rickne A.(2002). “Innovation Systems: Analytical and Methodological Issues”, *Research Policy*, 31, PP: 233-245.

Chang Y. and Chen M.(2004). “Comparing Approaches to Systems of Innovation: The Knowledge Perspective”, *Technology in Society*, 26, PP: 17-37.

Dahlman C.J.(1994). “Technology Strategy in East Asian Developing Countries”, *Journal of Asian Economics*, No.5, PP: 541-572.

Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA)(2003). “New Indicators for Science, Technology and Innovation in the Knowledge-Based Society”, United Nation.

Edquist C.(2004). “Systems of Innovation-an Account of the State of the Art”, in Fagerberg J. (ed.), *Understanding Innovation*, Oxford University Press.

European commission(2004). “European Innovation Scoreboard”, European commission.



Feinson S.(2002). “National Innovation Systems Overview and Country Cases”, Center for Science, policy and outcomes.

Freeman C.(1987). “Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan”, Pinter, London.

Johnson B., Edquist C., Lundvall B.(2003). “Economic Development and National Systems of Innovation Approach”, First Globelics Conference.

Liu X., White S.(2001). “Comparing Innovation Systems: a Framework and Application to Chinas Transnational context”, Research Policy, Vol.30, No 7, PP 1091-1114.

Lundvall B.A(2001). “Innovation Policy and Knowledge Management in the Learning Economy”, Aalborg University.

Lundvall B.A(1992). “National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning”, Pinter, London.

Metcalf S.(1995). “The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives”, in P.Stoneman (ed.), Handbook of The Economics of Innovation and Technological Change, Blackwell Publishers, Oxford (UK)/ Cambridge (US).

Nasierowski W., Arcelus F.J.(1999). “Interrelationship among the Elements of National Innovation Systems: a Statistical Evaluation”, European Journal of Operational Research, No.37, PP: 235-253.



Nasierowski W., Arcelus F.J.(2003). “On The Efficiency of National Innovation Systems”, Socio-Economic Planning Sciences, 37, PP: 215-234.

Niosi J.(2002). “National Systems of Innovation are " X-Efficient" (and X-Effective)- Why Some are Slow Learners”, Research Policy, No 31, PP 291-302.

OECD(1999). “Managing National Innovation Systems”, OECD Publications.

OECD(1997). “National Innovation Systems”, OECD Publications.

OECD(2005). “Science , Technology and Industry Scoreboard 2005: Towards a Knowledge-Based Economy”, OECD Publications.

Porter M., Furman J., Stern s.(2002). “The Determinants of National Innovative Capacity”, Research Policy, 31, PP: 899-933.

OECD(2005). “OSLO Manual: The Measurement of Scientific and Technological Activities”, OECD Publications.

Van Steen J.(1995). “The Use of S&T Indicators in Science Policy: How can They Matter?”, Research Evaluation, Vol.5, No.2.

A Conceptual Model for National Innovation Survey in Developing Countries