

## چهار چوب سامانه نوآوری و کارکرد آن در رشد و توسعه ملی: رویکردی بر پایه نشانگرهای سازمان ملل متحد

سلیمان ذوالفقارنسب<sup>۱\*</sup>، غلامرضا یادگارزاده<sup>۲</sup>

۱- کارشناس پژوهشی مرکز مطالعات، تحقیقات و ارزشیابی آموزشی، سازمان سنجش آموزش کشور

۲- عضو هیئت علمی سازمان سنجش آموزش کشور

### چکیده

در ایران بحث از نقشه جامع علمی کشور برای توسعه اقتصادی اجتماعی باعث شده که طرح‌های مختلفی برای این سامانه ارائه شود و برای ارزیابی آن شاخص‌های مختلفی هدف‌گذاری شده‌اند. رویکردهای آنها بیشتر بر پایه سامانه علم و فناوری است و شاخص‌های آن از زیرساخت‌ها گرفته تا درون‌داد و برونداد علم و فناوری بسیار زیاد، پراکنده و بدون ارتباط تئوریک با یکدیگر بوده است. در این نوشته براساس رویکردی سیستمیک برای ارزیابی فرایند توسعه ملی بر مبنای یک نظام نوآوری، ۳ نشانگر مهارت‌های انسانی و ۳ نشانگر کارکردهای تکنولوژیک و ۶ نشانگر توان رقابت صنعتی برگرفته از سازمان ملل در ارتباطی تئوریک علی با یکدیگر قرار داده شده‌اند که هر یک از این نشانگرها برآیند نهایی مجموعه‌ای گسترده از فعالیت‌های زیرساختی، علمی و فنی در آن زمینه است و توان نوآورانه هر کشوری را در راستای توسعه ملی و افزایش رفاه و امنیت اجتماعی نشان می‌دهد. یک نشانگر نیز تحت عنوان ارتباط متقابل علم و فناوری و اینکه علم و فناوری در کجا به یکدیگر می‌پیوندند در چهار سطح ارائه شده است.

**واژه‌های کلیدی:** نوآوری، تحقیق و توسعه، علم و فناوری، رقابت پذیری اقتصادی، نیروی انسانی

### ۱- مقدمه

در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی برای مقایسه کشورها در بعد رقابت‌پذیری اقتصادی صورت گرفته است و در همه این

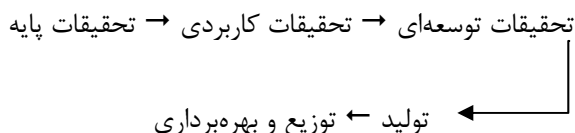
تلاش‌ها تأکید شده که نوآوری هسته اصلی رقابت‌پذیری اقتصادی در سطح جهان است [۱]. بحث نوآوری در زمان انقلاب صنعتی در اروپا مورد توجه قرار گرفت و امروزه کارکردهای نوآورانه از عوامل کلیدی پیشرفت ملی یک کشور محسوب می‌شود [۲،۳].

بی‌شک در آینده‌ای نه چندان دور توان نوآورانه کشورها در تجاری‌سازی محصولات، تولیدات و خدمات از اصلی‌ترین اهرم‌های رقابتی در جهانی‌سازی و افزایش ثروت خواهد شد و کارکردهای نوآورانه هر کشور مهم‌ترین عامل چیرگی بر چالش‌های جهانی خواهد بود. افزایش بسیاری از استانداردهای زندگی اجتماعی حاصل نوآوری است. در دهه‌های گذشته بسیاری از کشورهای سازمان همکاری اقتصادی و توسعه<sup>۱</sup> نقشه راه توسعه ملی خود را بر پایه نوآوری و افزایش نفوذ آن در همه زمینه‌ها به ویژه در اقتصاد قرار داده‌اند [۲،۳].

از آنجا که مفهوم نظام ملی نوآوری به سرعت در حال توسعه بوده است، ایجاد و ارتقاء سامانه نوآوری به منظور بهبود بخشیدن به کارکرد نظام‌های اقتصادی هم برای کشورهایی با درآمد سرانه کم و هم برای کشورهایی با درآمد سرانه زیاد نیاز مبرمی شده است و به دنبال آن روش‌های مختلفی برای طراحی و مقایسه‌پردازی عملکرد این نظام‌های نوآورانه از سوی سازمان‌های ملی و بین‌المللی ایجاد شده است.

شواهد نشان داده‌اند که در کشورهای نوظهور اقتصادی نیز که دارای محصولاتی با ارزش افزوده پایین بوده‌اند تمام تلاش خود را در راستای خروج این محصولات از چرخه اقتصادی و تجاری‌سازی محصولات فرایندها و خدمات نوآورانه کرده‌اند. به عنوان مثال، داده‌های روند چهار کشور با اقتصاد نوظهور مثل

دهه گذشته تجربه اغلب کشورها نشان داده که رشد اقتصادی شرط لازم برای بهبود زندگی افراد یک جامعه است اما نمی‌تواند شرط کافی باشد و دولت‌ها ممکن است منافع حاصل از رشد اقتصادی و افزایش تولید ناخالص داخلی را صرف بهبود رفاه شهروندان نکنند [۵]. به همین دلیل در دهه‌های اخیر مفهوم سامانه نوآوری و کارکردهای این سامانه در رشد و توسعه بیشتر مورد توجه سیاست‌گذاران اقتصادی قرار گرفته است. به عنوان مثال کشورهای اروپایی توسعه یافته سازمان همکاری اقتصادی و توسعه پس از جنگ جهانی دوم و کشورهای در حال رشد و توسعه سریع طی سال‌های اخیر چهارچوب توسعه‌های خود را از الگوی اقتصادی که در آن افزایش منابع (پول و نیروی انسانی) و بهبود فناوری (انتقال فناوری‌های به روز و خارج کردن فناوری‌های قدیمی‌تر از چرخه تولید) توسط بخش دولتی مطرح بود را به چهارچوب‌ها و نظام‌های نوآورانه انتقال دادند. به ویژه وقتی که فاصله بین کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه روز به روز افزایش یافت اقتصاددانان و سیاست‌گذاران علوم و فناوری به این نتیجه رسیدند که نظام ملی نوآوری را می‌توان هم به عنوان بهترین مرجع شناخت ریشه‌ها و دلایل اولیه این شکاف اقتصادی و هم به عنوان قوی‌ترین چهارچوب مفهومی که می‌توان به کمک آن سیاست‌گذاری و این شکاف‌ها را پر کرد، در نظر گرفت [۶]. یکی از اولین چهارچوب‌های (مفهومی) ارائه شده در همین زمینه مدل خطی نوآوری بوده است. در این مدل فرض بر این است که نوآوری با تحقیقات پایه آغاز می‌شود سپس با تحقیقات کاربردی و تحقیقات توسعه‌ای ادامه می‌یابد و با تولید و توزیع و بهره‌برداری پایان می‌پذیرد [۷، ۸].



تا همین اواخر نیز فرض می‌شد که نوآوری تبدیل نتایج تحقیقات به تولید محصولاتی است که از لحاظ تجاری موفق بوده‌اند. اما نه همه تحقیقات به نوآوری تبدیل می‌شوند و نه همه نوآوری‌ها محصول تحقیقات هستند. مطمئناً تحقیق یکی

برزیل، روسیه، هند و چین نشان می‌دهد که این کشورها در دهه گذشته تلاش زیادی در به کارگیری فناوری‌های سطح بالا در صنایع خود داشته‌اند. سهم کالاهایی با فناوری برتر این کشورها بین سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۴، به بیش از دو برابر و بالای ۳۰ درصد از کل تجارت (صادرات و واردات) کالاهای صنعتی آنها شده است که در این میان سهم چین از همه کشورها بیشتر بوده است [۳]. هنگامی که به گذشته این کشورها نگاه می‌کنیم شاهد باز تعریف جدیدی از توسعه ملی بر مبنای نوآوری و افزایش روزافزون فعالیت‌های این کشورها در زمینه تحقیق و توسعه<sup>۱</sup>، افزایش ظرفیت‌های سرمایه انسانی این کشورها با سرمایه‌گذاری روی آموزش و پرورش و ایجاد زیرساخت‌های بسیار قوی در زمینه فناوری ارتباطات و اطلاعات<sup>۲</sup> هستیم. به هر حال هنگامی که به اقتصاد از دریچه تغییر نگاه می‌شود تا یک نظام ساکن و ایستا، نوآوری هسته اصلی این سامانه و مفهوم پایه‌ای چنین نظامی می‌شود. نوآوری‌های فنی، سازمانی و سیاست‌گذاری‌های نوآورانه در سطح ملی فرایندهای متعددی هستند که می‌توانند چرخه اقتصادی کشورهای در حال توسعه را به حرکت درآورند [۴]. در این مقاله به بررسی این مسئله می‌پردازیم که چگونه می‌توان شاخص‌هایی عملی و معنی‌داری پیدا کرد که به کمک آنها بتوان موفقیت یک سامانه ملی توسعه را بررسی کرد و آن را با کشورهای یک منطقه و یا در سطح بین‌الملل مورد مقایسه قرار داد.

## ۲- بیان مسئله

از گذشته تا به امروز عمدتاً دو رویکرد برای بررسی رشد و توسعه ملی وجود داشته است مدل‌های اقتصادی و مدل‌های نوآوری؛ در مدل اقتصادی (نئوکلاسیک) فرض بر این است که توسعه اقتصادی رابطه نزدیکی با رشد تولید ناخالص داخلی<sup>۳</sup> دارد و در تابع تولید آنها رشد درآمد نتیجه رشد منابع و بهبود فناوری است<sup>۴</sup>. مشکل اصلی این رویکرد محدودیت منابع و تجدیدنپذیری آنها است و مشکل دیگر این است که طی چند

1. Research & Development (R&D)

2. Information and Communication Technology (ICT)

3. Gross Domestic Product (GDP)

۴. رویکردهای اقتصادی جدید در رابطه با توسعه نیز هستند که از حوصله این نوشته خارج است.

### ۳- روش‌های ارزیابی ابعاد نظام ملی نوآوری بر اساس علوم و فناوری

برای سیاست‌گذاران و دست‌اندرکاران علوم و فناوری در دهه ۶۰ و ۷۰ مشخص کردن شاخص‌هایی که بتواند ساختار، پویایی و اثربخشی نظام ملی نوآوری را نشان دهد از اهمیت زیادی برخوردار بوده است. بیشتر شاخص‌هایی که تا به حال برای ارزیابی یک نظام ملی نوآوری پیشنهاد شده‌اند یا به صورت جداگانه و بدون ارتباط کارکردی با یکدیگر بوده است و یا بر فعالیت‌های زیرساختی علم و فناوری متمرکز بوده‌اند.

به عنوان مثال برای اولین بار بروندادهای علمی به عنوان برآیند مهارت‌های انسانی به وسیله دسولاپرایس (۱۹۶۳)، پریت‌چارد (۱۹۶۹)، وان ران (۱۹۸۸)، شوبرت، گلانزل و براون و دیگران مطرح شد. شاخص‌های علم‌سنجی نیز در حال حاضر هم برای فعالیت‌های علمی و هم برای فعالیت‌های تکنولوژیک جمع‌آوری می‌شوند و در گزارش شاخص‌های علم و فناوری اروپا و یا گزارش بنیاد ملی علوم آمریکا به منظور بررسی عملکردها و نتایج فعالیت‌های علمی و فنی این کشورها مورد بررسی قرار می‌گیرند [۱۱، ۱۰].

پیشرفت‌های مشابهی نیز در زمینه ایجاد شاخص‌های فناوری که عملکرد تکنولوژیک یک کشور را در زمینه توسعه نشان می‌داد بر اساس اطلاعات مربوط به ثبت اختراع‌ها صورت گرفت. (به عنوان مثال دسولاپرایس (۱۹۶۵، ۱۹۶۳)، اشموکر (۱۹۶۶) کالان و همکاران (۱۹۸۶)، گرلیچز (۱۹۹۰)، نارین و نوما (۱۹۸۵)). در ابتدای قرن حاضر، شاخص‌های دیگری نیز تعریف شده‌اند که به بررسی آنها تحت عناوین ۱ تا ۷ می‌پردازیم؛

۱- ریکن (۲۰۰۰) سه نوع معیار برای ارزیابی عملکرد سامانه فناوری ارائه داد و این کار از طریق شاخص‌هایی مثل تولید، پخش و استفاده از علوم جدید در درون نظام فناوری انجام داد. از این شاخص‌ها برای ارزیابی نظام ملی نوآوری نیز استفاده شده است و تمایزها و تفاوت‌هایی که در بین کشورهای مختلف از لحاظ نظام ملی نوآوری دیده می‌شود ممکن است ناشی از نقاط قوت و یا ضعف بخش‌های ویژه‌ای از این نظام در فرایند تولید، انتشار و استفاده از علوم و فناوری جدید باشد. اما این شاخص‌ها بسیار گسترده هستند، جمع‌آوری داده‌های آن بسیار مشکل و بیشتر در برگیرنده

از عناصر مهم نوآوری، خلق ایده‌های فنی و بازسازی مداوم گنجینه مهارت‌های فنی است.

سیر تکاملی واژه نوآوری از مدل خطی که در آن تحقیق و توسعه به عنوان نقطه آغاز است به یک الگوی سیستمی که در آن نوآوری برخاسته از تعامل پیچیده بین افراد، سازمان‌ها و دیگر عملگرهای محیطی است، نشان داد که سیاست‌گذاری‌های توسعه‌ای باید فراسوی ارتباط با تحقیقات صرف گسترش یابد. از این رو، الگوی سیستمیک نوآوری<sup>۱</sup> مطرح شده است. اساس مدل سیستمیک نوآوری تعامل پیچیده و نظامدار بین بسیاری از بخش‌ها، سازمان‌ها، افراد و همچنین محیط پیرامونی است که این بازیگران را احاطه کرده است. در این مدل تحقیق و توسعه به تنهایی منبع نوآوری نیست اما یکی از عناصر اصلی آن است و یک سامانه نوآوری هنگامی شکل می‌گیرد که این بخش‌ها به طور کارآمد در کنار یکدیگر و در تعامل باهم قرار گیرند. به هر حال تعاریف متعددی از خود واژه نظام ملی نوآوری ارائه شده است. در این پژوهش برای روشن شدن معنای این سامانه از تعریف متکالف<sup>۲</sup> (۱۹۹۵) استفاده شده است:

"مجموعه‌ای از نهادهای مجزا که در ارتباط با هم و به صورت منفرد در توسعه و انتشار فناوری‌های جدید نقش دارند و چهارچوبی را فراهم می‌سازند که دولت‌ها از طریق آن، سیاست‌هایی را برای تأثیرگذاری بر فرایند نوآوری شکل داده و اجرا کنند. همچنین نظام ملی نوآوری نظامی از نهادهای به هم پیوسته است که دانش، مهارت‌ها و محصولات که منجر به فناوری‌های جدید می‌شوند را خلق، انباشت و انتقال می‌دهد [۹]."

اما پرسش اساسی این است که ابعاد این سامانه چیست؟ و چه شاخص‌های کارکردی معناداری را می‌توان برای ابعاد یک نظام ملی نوآوری پیدا کرد که بتوان هم درونداد و هم فرایند و هم برونداد آن را بر اساس الگوی مشترک بین‌المللی با دیگر کشورها مورد مقایسه قرار داد؟ در ادامه به بررسی پاسخ این پرسش‌ها پرداخته شده است.

1. Systemic Model of Innovation  
2. Metcalfe, 1995

۳- شاخص‌های رند<sup>۳</sup> که سرانه تولید ناخالص داخلی به همراه سرانه دانشگاه‌ها و سازمان‌های تحقیق و توسعه را برای اندازه‌گیری سامانه نوآوری به کار می‌برد.

۴- شاخص‌های رقابت‌پذیری اقتصادی که توسط مجمع جهانی اقتصاد<sup>۴</sup> محاسبه می‌شود (و در گزارش سالانه رقابت‌پذیری جهانی<sup>۵</sup> انتشار می‌یابد). این شاخص‌ها دربرگیرنده معیارهای ذهنی از کیفیت سازمان‌ها و مؤسسه‌های نوآور، توان و نیرومندی قانون در حفظ حق مالکیت معنوی، ریسک‌پذیری و شجاعت شرکت‌های محلی در جذب فناوری و بی‌همتایی تولیدات نوآورانه شرکت‌های منطقه‌ای است. اما این متغیرهای کیفی نیز با ثبات نیستند و ممکن است کشورهای مختلف استانداردهای مختلفی برای شاخص‌های رقابت‌پذیری برخاسته از سامانه نوآوری خود داشته باشند و اندازه‌گیری آنها به علت ذهنی بودن مشکل است و مقایسه‌پردازی را با مشکل مواجه می‌سازند [۱۲].

۵- شاخص‌های بانک جهانی که در برگیرنده چهار بعد از اقتصاد دانش‌بر است و در آن چهار بعد اندازه‌گیری می‌شود:

الف- آموزش (مثل نرخ سوادآموزی، نرخ ثبت نام در دبیرستان و نرخ ثبت نام در دانشگاه)؛

ب- نوآوری (تحت عناوینی مثل تعداد پژوهشگران، ثبت اختراع‌ها و تولیدات علمی)؛

ج- سازمان‌ها و مشوق‌های اقتصادی (مثل محدودیت‌های گمرکی<sup>۶</sup> و حق مالکیت معنوی)؛

د- ICT (مثل ضریب نفوذ تلفن، کامپیوتر و کاربران اینترنت در هزار نفر) [۱۳].

۶- شاخص‌های ارائه شده در کنفرانس تجارت و توسعه سازمان ملل<sup>۷</sup> که به طور کلی مبتنی بر شاخص‌های کمی است و کاربرد آن به طور مستقیم برای اندازه‌گیری دو بعد کلی ظرفیت نیروی انسانی ماهر و فعالیت‌های فناورانه است: به عبارت دیگر علوم و فناوری.

شاخص‌های زیرساخت علم و فناوری است تا برابری علم و فناوری.

کارلسون و همکاران (۲۰۰۲) مثال‌هایی از این سه نوع شاخص کارکردی سیستم فناوری ارائه دادند به عنوان مثال برای تولید علم می‌توان از معیارهایی مثل انتشارات علمی، ثبت اختراعات، تعداد مهندسان و دانشمندان تحقیق و توسعه و تنوع تکنولوژیک نام برد.

معیارهای پخش علوم جدید می‌توانند شامل تعداد کاربران فناوری، راه‌اندازی شرکت‌های انشعابی<sup>۱</sup>، آموزش، گردش نیروی متخصص و دسترسی آسان به افراد حرفه‌ای، اعطای لیسانس یا اجازه‌نامه و سرمایه‌گذاری مشترک را نام برد و سرانجام معیارهای استفاده از علوم جدید را می‌توان با شاخص‌هایی مثل ایجاد شرکت‌های جدید، سرمایه‌گذاری، اشتغال، فروش، مشارکت تجاری، رشد، بهره‌دهی و نظایر آن نام برد.

۲- آرچی‌بوگی و کوکا (۲۰۰۴) معیارهایی را با نام شاخص‌های ArCo برای اندازه‌گیری ظرفیت‌های تکنولوژیک ارائه دادند که در برگیرنده سه بعد بود.

الف) خلق فناوری که مؤلفه‌های آن عبارتند از ثبت اختراع‌ها در اداره ثبت اختراع و نشان تجاری ایالات متحده<sup>۲</sup> و انتشارات علمی؛

ب) زیرساخت‌های تکنولوژیک که مؤلفه‌های آن عبارتند از اینترنت، تلفن و مصرف انرژی، برق و نظایر آن؛

ج) مهارت‌های نیروی انسانی که مؤلفه‌های آن عبارتند از نرخ ثبت‌نام‌هایی که در سطح ۳ آموزش (دانشگاه) صورت می‌گیرد، سال‌های ماندگاری در مدرسه و نرخ باسوادی.

آنها همچنین بعد چهارمی را تحت عنوان واردات کالاهای سرمایه‌ای برای کشورهای در حال توسعه به آن اضافه کردند. در تحقیقات دیگر (آرچی بوگی و کوکا، ۲۰۰۵) فرایند ملی نوآوری را تحت کنترل فعالیت‌های R&D دانستند که به وسیله بودجه‌های تحقیقاتی و شاغلان تحقیقاتی اندازه‌گیری می‌شوند.

3. Rand Index

4. World Economic Forum

5. Global Competitiveness Report

6. Tariff barriers

7. The United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD)

1. Spin Off

2. United States Patent and Trademark Office (USPTO)

ب) نرخ ثبت نام در مرحله ۲ (دبیرستان) برای گروه سنی مربوط؛  
 ج) نرخ ثبت نام در مرحله ۳ (دانشگاه) برای گروه سنی مربوط.  
 اجزاء متغیرهای مربوط به توان نوآورانه در جدول (۱) آمده است.

شاخص‌های مربوط به فعالیت‌های فناورانه عبارتند از: الف) شاغلان تحقیقاتی، ب) ثبت اختراع‌ها در آمریکا و ج) انتشارهای علمی.  
 شاخص‌های سرمایه انسانی (و یا به عبارتی مهارت‌ها و دانش مورد نیاز برای چنین فعالیت‌هایی) که عبارتند از: الف) نرخ سوادآموزی در کل جمعیت؛

جدول ۱. سازه‌های توان نوآورانه سازمان ملل متحد

وزن	نشانگر	سازه
۲ ۲ ۲	الف) شاغلان تحقیقاتی؛ ب) ثبت اختراع‌ها در آمریکا؛ ج) انتشارات علمی.	۱- فعالیت‌های فناورانه (فناوری)
۱ ۲ ۳	الف) نرخ سوادآموزی در کل جمعیت؛ ب) نرخ ثبت نام در مرحله ۲ (دبیرستان) برای گروه سنی مربوط؛ ج) نرخ ثبت نام در مرحله ۳ (دانشگاه) برای گروه سنی مربوط.	۲- سرمایه انسانی (علم و مهارت)
	۱) سازه فعالیت‌های فناورانه (فناوری) ۲) سازه سرمایه انسانی (علم و مهارت)	۳- توان نوآورانه UNCTAD

منبع: UNCTAD

است و اینکه فعالیت‌های فناورانه نیازمند دانش و مهارت‌های فنی بسیار پیشرفته است.  
 ۷- یکی دیگر از معیارهایی که برای ارزیابی عملکرد یک نظام فناورانه ارائه شده بر اساس رویکرد سازمان توسعه صنعتی سازمان ملل<sup>۱</sup> است که در گزارش توسعه صنعتی سال ۲۰۰۲، به عنوان کارکرد رقابت صنعتی<sup>۲</sup> آن را ارائه داده‌اند و در سال ۲۰۰۴، آن را بازبینی کرده‌اند و داده‌های کشورها را با جزییات بیشتری جمع‌آوری و محاسبه کرده‌اند. سازمان توسعه صنعتی سامان ملل، در این گزارش به منظور اندازه‌گیری توانایی کشورها در تولید و صادرات کالاهای صنعتی، شاخص‌هایی را تحت عنوان شاخص عملکرد رقابت‌پذیری صنعتی<sup>۳</sup> ارائه داده است که در برگزیده چهار کارکرد رقابتی صنعتی هستند و هسته اصلی آنها نوآوری است. تأکید بر تولید کالاهای صنعتی بیانگر اهمیت آشکار و بی بدیل تولید محصولات صنعتی به عنوان "موتور حرکتی رشد و توسعه ملی" است.  
 الف) ظرفیت صنعتی؛ ب) ظرفیت صادرات کالاهای صنعتی؛ ج) شدت صنعتی‌سازی و د) کیفیت صادرات.

تعامل و برهم کنش این دو سازه عمده، سازه جدیدی را ایجاد می‌کند که توان نوآورانه هر کشور را تشکیل می‌دهد و پنهان است و تنها می‌توان از روی نشانه‌ها یا مؤلفه‌های سازنده آن به توان نوآورانه یک کشور پی برد.  
 از طرف دیگر، هر کدام از این سه سازه عمده همبستگی بسیار بالایی با سرانمه تولدی ناخالص داخلی دارند: به عبارتی، سرانه می‌تواند درصد بالایی از واریانس یا تغییرات این سه سازه عمده را تبیین کند. همانطور که انتظار می‌رود فعالیت‌های فناورانه، مهارت‌ها و دانش فنی نیروی انسانی و سرانه تولید ناخالص داخلی یکدیگر را تقویت می‌کنند. البته، باید بیان کرد که ارتباط کارکردی بین این سه بسیار پیچیده است و این سه در چرخه‌ای بازخوردی در ارتباط تنگاتنگ با یکدیگر هستند. به عنوان مثال، هرچه فعالیت‌های فناورانه یک کشور بیشتر باشد باعث افزایش تولید ناخالص داخلی می‌شود و درآمد بیشتر به هر کشوری امکان می‌دهد هزینه‌های بیشتری صرف نوآوری و آموزش کند [۱۲]. به هر حال، می‌توان گفت که ارتباط علی عمده از فعالیت‌های فناورانه و دانش و مهارت‌های فنی به سوی افزایش تولید ناخالص داخلی

1. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO)

2. Competitive Industrial Performance (CIP)

3. Competitive Industrial Performance (CUIP)

هر چهار بعد وزن یکسانی دارند و بنابراین هر یک از دو شاخص شدت صنعتی‌سازی و کیفیت صادرات وزنی برابر با  $\frac{1}{4}$  در کارکرد رقابت صنعتی دارند.

#### ۴- طراحی سامانه نوآوری

همانطور که می‌دانیم فعالیت‌های نوآورانه چه به طور مستقیم و چه غیرمستقیم می‌تواند همه متغیرهایی را که در تعریف رفاه اجتماعی است تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین رویکرد ما مبتنی بر این است که چگونه ظرفیت‌های متفاوت علمی (سرمایه انسانی) و فنی (کارکردهای فناورانه) می‌تواند فرایند نوآوری (توان نوآورانه) را هدایت کند و اینکه چگونه و در کجا علم و فناوری به یکدیگر می‌پیوندند و برون‌داد حاصل از یک نظام ملی نوآوری چه باید باشد.

در عمل انتخاب هر لیستی از نشانگرهای کارکردی برای سامانه نوآوری اختیاری است می‌توان مجموعه‌ای از شاخص‌ها را جمع‌آوری کرد که باعث سردرگمی شوند و یا شاخص‌های زیرساخت و پایه علم و فناوری را بررسی کرد. اما اگر بخواهیم بر اساس رویکرد رشد و توسعه اقتصادی به مسئله نگاه کنیم می‌توان بر اساس چهارچوب‌های کنفرانس تجارت و توسعه سازمان ملل و سازمان توسعه صنعتی سازمان ملل ابعاد توسعه ملی را به متغیرهای منفردی تفکیک کرد که نتیجه نهایی چند مرحله تغییر و فرایند نهایی این تغییرات باشد. همانطور که گفتیم در مدل‌های اقتصادی اغلب فرض بر این است که هدف نهایی توسعه اقتصادی بالا بردن سطح رفاه اقشار مختلف جامعه و افزایش درآمدها است و فرض بر این است که همه جنبه‌های متعدد دیگر توسعه در زیر سایه رفاه و افزایش درآمد قرار می‌گیرند. پس در این تحقیق و بر اساس اصل "توسعه اقتصادی بر پایه نوآوری" شاخص‌های کنفرانس تجارت و توسعه سازمان ملل را به عنوان درون‌داد و شاخص‌های سازمان توسعه صنعتی سازمان ملل را به عنوان برون‌داد یک نظام ملی نوآوری در نظر می‌گیریم. این شاخص‌ها خلاصه و نتیجه نهایی تلاش‌های علمی، فناوری و اقتصادی یک کشور است و به جرأت می‌توان گفت که تمام شاخص‌های زیرساختی و توسعه‌ای در آنها خلاصه شده‌اند. کارایی این سامانه تعیین‌کننده موفقیت یا شکست توسعه به ویژه توسعه

شش مؤلفه کمی برای اندازه‌گیری این چهار بعد به کار برده شده است. این شش مؤلفه در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲. شاخص‌های کارکرد رقابت صنعتی سازمان توسعه صنعتی سازمان ملل

مؤلفه‌ها	شاخص	
سرانه ارزش افزود <sup>۱</sup>	ظرفیت صنعتی	۱
سرانه صادرات کالاهای صنعتی	ظرفیت صادرات کالاهای صنعتی	۲
سهم کالاهای صنعتی در تولید ناخالص داخلی سهم فعالیت‌های فناوری برتر و متوسط در سرانه ارزش افزوده	شدت صنعتی‌سازی	۳
سهم کالاهای صنعتی از کل صادرات سهم تولیدات فناوری برتر و متوسط در کل صادرات	کیفیت صادرات	۴

منبع: UNIDO

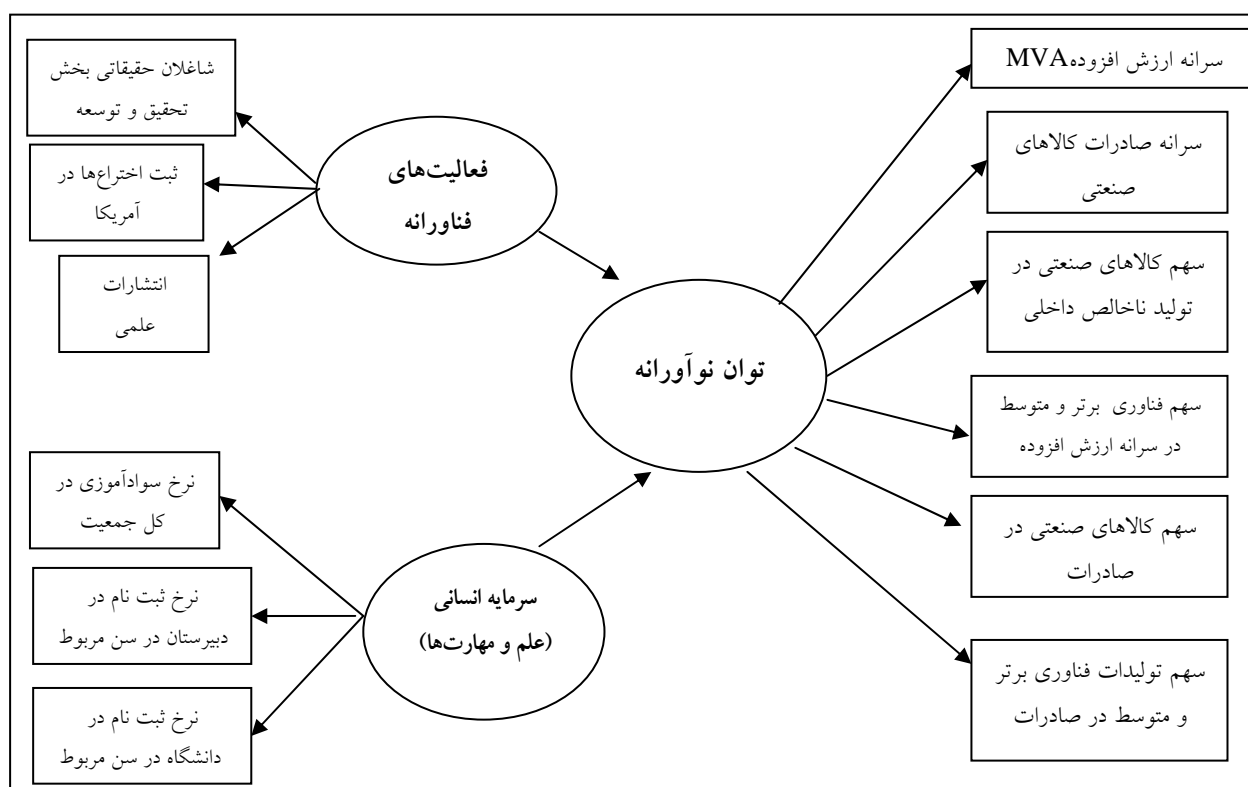
ظرفیت صنعتی: کارکرد رقابت صنعتی سرانه ارزش افزوده کالاهای صنعتی را به عنوان شاخص پایه سطح صنعتی‌سازی یک کشور در نظر می‌گیرد. ظرفیت صنعتی، توان یک کشور را برای افزودن ارزش به کالاهای صنعتی را نشان می‌دهد [۱۴]. ظرفیت صادرات کالاهای صنعتی: ظرفیت صادرات از اجزاء کلیدی برای رشد اقتصادی و رقابت‌پذیری است. صادرات کالاهای صنعتی در کارکرد رقابت صنعتی به عنوان شاخص توان یک کشور برای برآورده ساختن تقاضاهای جهانی برای کالاهای صنعتی در فضایی بسیار رقابتی و در حال تغییر به کار رفته است [۱۴].

شدت صنعتی‌سازی: شدت صنعتی‌سازی بر اساس میانگین ساده دو شاخص اندازه‌گیری می‌شود: سهم کالاهای صنعتی در تولید ناخالص داخلی و سهم فعالیت‌های فناوری برتر و متوسط در سرانه ارزش افزوده [۱۴].

کیفیت صادرات: کیفیت صادرات به وسیله میانگین ساده دو شاخص به دست می‌آید: سهم صادرات کالاهای صنعتی در کل صادرات و سهم تولیدات فناوری برتر و متوسط در کل صادرات [۱۴].

هستند نشانگرهای قابل اندازه‌گیری و متغیرهای درون بیضی، سازه‌های پنهانی هستند که متغیرهای درون مربع از این سازه‌های پنهان تأثیر مستقیم می‌پذیرند.

صنعتی است. باید تأکید شود که در این چهارچوب بیشتر بروندادهای صنعتی موردنظر بوده است و نوآوری‌های بخش خدمات در چهارچوب ارائه شده لحاظ نگردیده است. بنابراین در این پژوهش به منظور تعیین مسیر نظام ملی نوآوری، یک مدل علی برای این نشانگرها رسم شده است که در نمودار ۱ می‌بینیم. در این نمودار جهت هر پیکان بیانگر تاثیرات علی بر نشانگرها و سازه‌های بعدی است. متغیرهایی که در مربع



نمودار ۱. مدل علی توان نوآورانه و کارکرد رقابت صنعتی

سازمان ملل، توانایی رقابت‌پذیری کشورها در تولید و صادرات کالاهای صنعتی را ناشی از عملکرد نوآورانه کشورها و به عبارتی دستاورد نظام ملی نوآوری آنها در ابعاد کلان می‌داند.

#### ۵- ارتباط متقابل علوم و فناوری به عنوان زیربنای توان نوآورانه در سطح کلان

پیش از وارد شدن به این بحث، این توضیح باید اضافه شود که به زبان ریاضی و آماری، مدل ارائه شده مربوط به ساختارهای کوواریانس و یا هم‌پراش هستند که می‌توانند در جدول‌های

دلایل عمده‌ای که می‌توان برای ادغام شاخص‌های کنفرانس تجارت و توسعه سازمان ملل و سازمان توسعه صنعتی سازمان ملل برای ایجاد یک چهارچوب نوآورانه در رشد و توسعه ملی بیان کرد ارتباط تئوریک این دو مجموعه شاخص‌ها سازمان ملل متحد با یکدیگر است. کنفرانس تجارت و توسعه سازمان ملل، مجموعه نشانگرهای علوم و فناوری را در سطحی بالاتر به عنوان توان نوآورانه معرفی می‌کند. به عبارت دیگر این توان بالقوه را می‌توان به عنوان درونداد یک سامانه نوآوری در سطح ملی در نظر گرفت و از طرف دیگر سازمان توسعه صنعتی

د: رویکرد چهارم تحت عنوان همکاری مشترک علم و فناوری بر اساس مستندهای انتشار یافته مربوط به ثبت اختراع است که شامل بررسی ماهیت/اسناد پیشینه مربوط به پیشگامان نوآوری<sup>۱</sup> است. در این رویکرد انواع مختلف مستندهایی که در یک ثبت اختراع به کار برده شده، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مستندها، به دو بخش عمده تقسیم می‌شوند بخش اول مربوط است به مدارکی که در آن به دیگر اختراعات استناد شده<sup>۲</sup> و بخش دیگر مدارک مربوط به استنادهای علمی<sup>۳</sup> است که تمرکز عمده آن بر مقاله‌های علمی است [۱۱].

بعضی پژوهشگران ارجاع به اختراعات و همچنین استناد به مقاله‌هایی که در مستندهای مربوط به یک ثبت اختراع است را به عنوان شاخص ارزش اختراعات نیز به کار برده‌اند (جف و همکاران، ۲۰۰۲).

این چهار شیوه بررسی می‌تواند به فهم پویایی فرایندهای درگیر در یک نظام ملی نوآوری تحت عنوان فرصت‌ها و چالش‌های درونی و نقاط قوت و ضعف آن سامانه در سطح ملی کمک کند.

#### ۶- نتیجه گیری

در گذشته تفکر غالب این بود که با گسترش سرمایه‌های فیزیکی می‌توان به رشد و توسعه اقتصادی دست یافت اما به مرور زمان اهمیت منابع انسانی بیش از پیش آشکار گردید و توجه سرمایه‌گذاران را به خود معطوف داشت. در همین زمینه دنیسون از اولین اندیشمندیانی بود که به تحلیل تأثیر آموزش بر رشد و توسعه اقتصادی پرداخت (دنیسون ۱۹۶۲ و ۱۹۶۷). بعد از او، افرادی چون کروگر در سال ۱۹۶۸، و هیکس در سال ۱۹۸۰، کارهای وی را ادامه دادند و تا به امروز این مطالعات ادامه دارد [۱۵]. بی‌شک نوآوری متکی به خلق دانش به وسیله یک نظام آموزشی خوب است. هزینه روی آموزش و تربیت پژوهشگران و کارکنان با مهارت بالا از عمده‌ترین فاکتورهایی است که تعیین می‌کند تحقیقات علمی می‌تواند به پیشرفت علمی و نوآوری تبدیل شود یا نه. از این گذشته سرمایه انسانی عامل کلیدی در پذیرش فناوری‌های جدید و معرفی کارهای نوآورانه است. به عنوان مثال ژاپن از لحاظ

ماتریسی به صورت اعداد و ارقام و به صورت ضرب ماتریس‌ها در یکدیگر  $I \times J = A$  ارائه شوند. در واقع، سازه‌هایی که هم‌پراش هستند و با هم تغییر می‌کنند  $I \times J$  علائم و نشانگرهایی دارند که ممکن است در نگاه اول مشاهده‌پذیر نباشند مثل هم‌تغییری علوم و فناوری. رویکردهای سیستمیک به نوآوری همانطور که پیشتر نیز اشاره شد معطوف به تعامل سازنده بین اجزا مثل سازه‌ها و زیرساخت‌های علمی و فنی و همزمان فضای پیرامونی آن نظام نوآوری است. بنابراین برای بررسی کارایی و اثربخشی یک سامانه نوآورانه در سطح ملی و احیاناً مداخله‌های اساسی و سازنده بین اجزا، نیازمند بررسی و شناخت علایم و نشانگرهای درونی این نظام و به عبارتی شناخت فرایندهای سطوح میانی درون‌داد و برونداد این سامانه نوآورانه در سطح ملی است. یکی از علائم و نشانگرهایی که تا به حال برای بررسی ارتباط متقابل سازه‌های پنهان علوم و فناوری پس از سال‌های ۱۹۹۴، معرفی شده است اطلاعات انتشار یافته‌ای است که در اسناد مربوط به ثبت اختراعات، مستند شده‌اند. این اطلاعات کمک کرد تا روابط متقابل علم و فناوری و تعامل این دو سازه پنهان را بتوان در چند سطح عینی مورد بررسی قرار داد و برای آن نشانگرهایی نیز تهیه کرد که در ادامه به بررسی چهار رویکرد می‌پردازیم.

الف: رویکرد اول، اینکه تا چه حد نوآوران به طور فعال درگیر در فعالیت‌های علمی هستند و می‌توان آنها را به عنوان نویسنده در فعالیت‌های مرتبط با انتشارات علمی مشاهده کرد. در این رویکرد می‌توان افرادی که هم در زمینه تولید علم و هم در زمینه فناوری فعال هستند به عنوان واحد تحلیل در نظر گرفت. نایونز و همکاران (۱۹۹۴)، پاکر و وبستر (۱۹۹۶)، بالکونی و همکاران (۲۰۰۴) و موری (۲۰۰۷).

ب: دومین رویکرد بررسی کارکرد سازمانی است. در این رویکرد سازمان‌ها یا مؤسسه‌هایی که هم ثبت اختراع دارند و هم در تولید مقاله‌های علمی فعالیت می‌کنند واحد تحلیل را تشکیل می‌دهند.

ج: در سومین رویکرد، همکاری‌های مشترک یک شرکت با یک سازمان تحقیقاتی مثل دانشگاه در ارائه یک نوآوری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (هیکس و نارین، ۲۰۰۴).

1.Prior art

2.Patent references and citations

3.Scientific references



کمک کرده تا دانش خارجی به داخل مرزها انتقال یابد. همچنین ایجاد ثبات در شرایط اقتصادی در سطح کلان و کاهش نرخ واقعی بهره، باعث تشویق رشد فعالیت‌های نوآورانه از طریق ایجاد یک فضای ثابت و کم‌هزینه برای سرمایه‌گذاری شرکت‌های کوچک و متوسط در نوآوری شده است. آمارها و داده‌های تجربی نشان داده‌اند که بخش‌های صنعتی که بیشتر به منابع مالی سرمایه‌گذاری خارجی وابسته بوده‌اند و یا در کنار مناطق علمی مثل پارک‌های علم و فناوری ایجاد شده‌اند، سریع‌تر رشد کرده است [۱۱].

در حقیقت، کارکردهای اقتصادی به ویژه عملکرد صنعتی کشورهای در حال توسعه نیز متفاوت است و تغییرات سریع تکنولوژیک، جهانی شدن و قوانین و مقررات جدید بین‌المللی باعث شده که رقابت‌پذیری آنها در سطح جهانی کاهش یابد. به طور عمده، تولیدات داخلی این کشورها بیشتر متکی به تقلید و شبیه‌سازی نازل کالاهای صنعتی کشورهای پیشرفته بوده است. تحقیق و توسعه، اولین گام ضروری در ظرفیت‌سازی برای انتقال از تقلید به نوآوری است (به نقل از راگ هو و همکاران، ۱۹۹۴). یکی از شاخص‌های رسمی که برای هر اقتصادی مهم است تا بتواند در سطح بین‌المللی همیشه پایدار بماند ظرفیت‌سازی انتقالی از تقلید به نوآوری به کمک تحقیق و توسعه است [۱۲]. به هر حال کشورهای در حال توسعه نیازمند آن هستند که ظرفیت‌های تکنولوژیک خود را از طریق نوآوری ایجاد کنند و برای رقابت‌پذیری صنایع خود، نیازمند تلاش‌های تکنولوژیک و ایجاد ظرفیت در نیروی انسانی در زمینه‌های گسترده‌ای هستند.

معمولاً سیاستگذاران عرصه علوم و فناوری در ارزیابی‌های خود بر این باور هستند که "آمارها را مثل مدال‌های المپیک دسته‌بندی و طبقه‌بندی می‌کنیم و معمولاً کشورهایی با مدال‌های بیشتر وضعیت بهتری دارند اما نمی‌دانیم که آیا فعالیت‌های صورت گرفته در زمینه علوم و فناوری اثر مثبتی در زندگی اجتماعی اقتصادی افراد جامعه ایجاد کرده است یا نه" (به نقل از آرچی‌بوگی و کوکا، ۲۰۰۵). این گفته به زیبایی در سخنان آر. آیرز (۱۹۷۶) معاون علم و فناوری ریاست جمهوری آمریکا زمانی که اولین گزارش علم و فناوری آمریکا در کنگره ارائه شد آمده است: "شمارش تعداد جوایز نوبل کار

منابع طبیعی چون زمین و انرژی‌هایی مثل نفت و گاز بسیار فقیر است ولی با توسعه منابع انسانی توانسته به یکی از قدرت‌های اقتصادی جهان تبدیل شود این وضعیت برای کشورهای پیشرفته اروپایی که وسعت جغرافیایی کمی دارند نیز کم و بیش صادق است. از طرف دیگر کشورهای آسیایی و آفریقایی با وجود منابع طبیعی فراوان و جمعیت انبوه، از میزان رشد و توسعه یافتگی کمتری برخوردار هستند. شاید بتوان دلیل عمده این تفاوت‌ها را در مقوله توسعه منابع انسانی جستجو کرد. آنچه مسلم است کشورهای در حال توسعه برای توسعه اقتصادی چاره‌ای جز توسعه منابع انسانی ندارند و دستیابی به پیشرفت و ترقی جز با سرمایه‌گذاری در نظام آموزشی و ارتقا کیفی نیروهای انسانی مقدور نخواهد بود.

همچنین تحقیقات نشان داده‌اند<sup>۱</sup> که توان اصلی اقتصادهای در حال گذار به ویژه کشورهایی که در اروپا هستند بیشتر متکی بر سرمایه انسانی بوده است تا فعالیت‌های تکنولوژیک. به عبارت دیگر ارزش افزوده ناشی از مهارت‌های سطح بالای نیروی انسانی عامل اصلی رقابت‌پذیری تولیدات صنعتی این کشورها شده است.

از طرف دیگر اگر اهداف ملی یک کشور را افزایش رشد و توسعه، کاهش فقر، بهبود رقابت‌پذیری صنایع بومی، افزایش دستمزدها، حفاظت از محیط زیست، ایجاد مشاغل با مهارت‌های بالا که باعث افزایش استانداردهای زندگی برای همه می‌شود در نظر بگیریم برای پشتیبانی از این اهداف ملی باید چیدمان آموزش عالی بر پایه استقلال همه جانبه و با رویکرد نوآورانه باشد. توان نوآورانه پیوند نزدیکی با کیفیت نیروی کار دارد که دوباره برمی‌گردد به کیفیت آموزش و سامانه آموزشی کشور. همچنین توان نوآورانه ارتباط نزدیکی با کم و کیف شرکت‌ها دارد چون این شرکت‌ها هستند که ابزار و اسباب لازم را برای تولید و رقابت‌پذیری در اختیار نیروی کار می‌گذارند [۱۳].

به علاوه در سال‌های اخیر مشاهده شده که افزایش نوآوری تحت تأثیر عوامل گسترده‌ای بوده که از جمله آنها می‌توان به خارج کردن محصولات غیر رقابتی از چرخه تولید و همزمان افزایش تحقیقات تجاری به علاوه کاهش محدودیت‌های سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نام برد. این کار

1. World Investment Report, 2005

- [9] Mahdjoubi, Darius.1997.Non-Linear Models of Technological Innovation © Darius Mahdjoubi, E-Mail: Darius@Workmail.Com
- [10] OECD .1997. National Innovation Systems. Organization for Economic Co-operation and Development. OECD Publications, 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, and France.
- [11] Callaert, Julie. 2006. Traces of Prior Art: An Analysis of Non-Patent References Found in Patent Documents. Katholieke Universities Leuven (KUL)–FEB. January 30, 2006
- [12] Van Looy, B., Debackere D., Callaert J., Tijssen R., Van leeuwen T. National Scientific Capabilities and Technological Performance: An Exploration of Emerging Industrial Relevant Research Domains. Paper presented at the S&T indicators conference September 2004 Linden, the Netherlands.
- [13] Panitchpakdi, S. (2005). World Investment Report 2005: Transnational Corporations and the Internationalization of R&D. UNCTAD. Genova, September 2005.
- [14] Watkins, A. & Anubha V., 2007. Higher Education, Competitiveness, and Innovation Capability in South and East Asia: A Benchmarking Exercise. Paper for the World Bank Regional Conference on Higher Education. Kuala Lumpur December 3-5, 2007
- [۱۵] قلیچ، وهاب (۱۳۸۸). مبانی و الزامات مدل سه بخشی دانشگاه به منظور توسعه دهی منابع انسانی. نشریه علمی ترویجی راهبرد یاس. شماره ۱۸ تابستان ۱۳۸۸.
- [16] OECD.2006. Boosting innovation performance. Economic Survey of Brazil 2006. Published on 24 November 2006. OECD.
- [۱۷] ذوالفقارنسب، سلیمان. (۱۳۸۳). تاریخچه ارزیابی علم و فناوری و ظهور شاخص‌های علمی با تاکید بر کشور آمریکا. هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی شورای عالی انقلاب فرهنگی.

آسانی است اما چرا شما آنها را جمع‌آوری می‌کنید، هیچ نمی‌دانیم چون یک معنای دیگری هم دارند" [۱۷].

بنابراین مقایسه‌پردازی بین‌المللی سیستم‌های نوآوری باید بر مبنای ترکیب مفید و کارآمدی از شاخص‌های چندگانه باشد که جنبه‌های مختلفی از کارکرد نظام ملی نوآوری را اندازه بگیرد [۴]. تنها افزایش تعداد مقاله‌ها، ضریب نفوذ اینترنت، افزایش تولید ناخالص داخلی، افزایش تعداد پژوهشگران و همانند اینها نشان‌دهنده پیشرفت و توسعه ملی نیست. آنچه اهمیت دارد نقش این شاخص‌ها در افزایش رفاه اقتصادی و اجتماعی افراد یک جامعه و همزمان روابط بین‌الملل پویا و اثربخش به منظور توسعه تجارت، افزایش امنیت اجتماعی، حفاظت از محیط زیست و احساس رضایت مردم یک کشور از شیوه زندگی است.

## منابع

- [1] United Nations. 2005. World Investment Report 2005: Transnational Corporations and the Internationalization of R&D. United Nations Publication. United Nations New York and Geneva, 2005.
- [2] Chen Jin, Xu Qing-Rui.2000.Innovation Strategy for Building Indigenous Technological Innovation Capability in China . Journal of Zhejiang University Science. (ISSN1009-3095, Monthly) 2000. Vol. 1 No. 2 p.229-232
- [3] OECD. 2007. Innovation and Growth: Rationale for an Innovation Strategy. Organization for Economic Co-Operation and Development. rights@oecd.org.
- [4] Gregersen B., Johnson, B. 2005. Performance of Innovation Systems: Towards a Capability Based Concept and Measurements. Department of Business Studies Aalborg University, Denmark October, 2005, 2nd version.
- [۵] شریف خطیبی، لیلیا (۱۳۸۷). شاخص توسعه انسانی. رهیافت شماره ۴۲، بهار و تابستان ۱۳۸۷
- [6] Feinson, S.2003.National Innovation Systems Overview and Country Cases. A Project for the Global Inclusion Program of the Rockefeller Foundation.
- [7] Godin, Benoît.2006.The Linear Model of Innovation the Historical Construction of an Analytical Framework. Science, Technology, & Human Values Volume 31 Number 6.
- [8] <http://sth.sagepub.com>