Archive of SID

فصلنامه علمی- پژوهشی

سیاست علم و فناوری

سال دوم، شماره ۴، بهار و تابستان ۱۳۸۹

شاخص ترکیبی پایش توانمندی فناوری:
بررسی وضعیت توانمندی فناوری ایران و ۶۹ کشور دنیا

سید حبیب الله طباطبائیان[۱]، رضا نقی‌زاده[۲*]، آرمان خالدی[۳]، محمد نقی‌زاده[۴]

[۱]-استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده مدیریت و حسابداری، تهران

[۲]-دانشجوی دکترای سیاست گذاری علم و فناوری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مدیریت و اقتصاد، تهران

[۳]-کارشناس ارشد مدیریت تکنولوژی، دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده مدیریت و حسابداری، تهران

[۴]-دانشجو دکترا مدیریت تکنولوژی، دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده مدیریت و حسابداری، تهران

چکیده

با توجه به اهمیت توانمندی فناوری در رشد اقتصادی و افزایش رفاه کشورها، مقوله ارزیابی توانمندی فناوری از اهمیت ویژه در سالهای اخیر برخوردار شده است. مدل‌های بین‌المللی متنوعی در ارتباط با ارزیابی توانمندی فناوری تاکنون طراحی و معرفی شده‌اند. با توجه به ویژگی ذاتی شاخص‌های ترکیبی که نقص-هایی را در بردارد در این تحقیق سعی شده است تا با در نظر گرفتن تجربیات موجود در سایر مدل های معتبر بین المللی، شاخص ترکیبی جدیدی در زمینه ارزیابی توانمندی فناوری معرفی شود تا بتواند به شکل بهتری توانمندی فناوری های کشورها را در ابعاد مختلف مورد سنجش قرار دهد. همچنین سعی شده تا با ارائه وزن های منطقی ناشی از بکارگیری روش تحلیل عاملی، بتوان شاخصی کاربردی تر را برای کشورهای مختلف به خصوص کشورهای در حال توسعه که عموماً از توسعه نامتوازن رنج می برند، طراحی نمود. در این تحقیق ۱۷ شاخص بر اساس فرآیندی مشخص از میان ۳۷ شاخص معتبر بین المللی در زمینه توانمندی فناورانه انتخاب شد. در ادامه بر اساس تحلیل عاملی از داده‌های موجود در زمینه شاخص های انتخاب شده، ۱۷ شاخص در سه بعد قرار گرفتند و به ابعاد و شاخص‌ها، وزن های مشخصی اختصاص یافت. در نهایت بر اساس ترکیب شاخص های مذکور در سه بعد بدست آمده، شاخص ترکیبی پایش توانمندی فناوری ایجاد گردید و توانمندی فناوری ۶۹ کشور دنیا به همراه ایران مورد بررسی قرار گرفت. در این ارزیابی ایران با وجود دارا بودن وضعیت نسبتاً مناسب در ابعاد زیر ساخت توسعه فناوری و توانمندی نوآوری، در بعد کیفیت سرمایه گذاری با مشکلات جدی مواجه است. در نهایت باید اشاره نمود که شاخص ترکیبی پایش توانمندی فناوری، توانایی های جدیدی را در کنار سایر شاخص‌های بین المللی به مبحث ارزیابی توانمندی فناوری می افزاید.

کلیدواژه ها: توانمندی فناوری، پایش جهانی توانمندی فناوری[۱]، شاخص ترکیبی[۲]

۱- مقدمه

یکی از اجزاء اساسی و مهم در رشد اقتصادی و رفاه کشورهای دنیا، توانمندی فناوری کشورهاست[۱]. از این‌رو کشورهای مختلف دنیا در تکاپوی افزایش سطح توانمندی فناورانه خود هستند. توانمندی فناوری را می‌توان کاربرد کارآمد دانش فناورانه در راستای خلق، کاربرد، انتشار، پذیرش و تغییر فناوری‌های موجود تعریف نمود [۲]. این مفهوم تنها به تحقیق و توسعه سازمان یافته در کشورهای توسعه‌یافته اشاره ندارد بلکه بر مفاهیمی همچون بهره برداری تجاری از فناوری نیز متمرکز است. در همین زمینه کیم[۲]سه بعد توانمندی فناورانه را شامل موارد توانمندی تولیدی، توانمندی سرمایه گذاری، توانمندی نوآوری می داند.

مفهوم توانمندی فناوری در مطالعات زیادی مورد استفاده قرار گرفته است[۳]. اگرچه اصولاً این تجزیه و تحلیل‌ها برای بنگاه ها، مطرح گردیده بود اما در مورد صنایع و کشورها نیز به کار گرفته شد. سانجایا لال[۴] در پیمایشی بر سه جنبه

*- نویسنده عهده‌دار مکاتبات: rezanaghizadeh@yahoo.com

2- Composite Index

www.SID.ir

Archive of SID

توانمندی فناورانه ملی تاکید می کند. موضوعات مورد اشاره وی شامل موارد ذیل می شود:

- توانایی جمع‌آوری منابع مالی و استفاده مؤثر از آنها
- مهارت ها نه فقط شامل آموزش‌های عمومی بلکه همچنین شامل شایستگی‌های فنی و مدیریت ویژه
- و آنچه وی آن را تلاش فناورانه ملی می خواند که مرتبط با متغیرهایی همچون تحقیق و توسعه، پتنت، و پرسنل فنی بود.

وی همچنین توانمندی فناورانه ملی را تنها وابسته به تلاش-های فناورانه داخلی ندانسته، بلکه بخشی از آن را ناشی از فناوری‌های کسب شده از خارج از طریق واردات ماشین‌آلات و سرمایه گذاری مستقیم خارجی می دانست. این بحث وی، عملا از تئوری رشد جدید که بیان می کرد کشورهای کوچک جهت نوآوری با مشکل مواجه‌اند و برای رفع آن وابسته به تجارت آزاد و حرکت به سمت جریان های مالی بین المللی جهت حل معضلات خود می باشند، پشتیبانی می نمود[۵،۶].

لال همچنین تمایزی را میان توانمندی فناورانه واقعی و اثرات اقتصادی آن بر می شمرد. وی این اثرات را همچنین وابسته به مشوّق‌هایی که کارگزاران اقتصادی در اثر تصمیمات سیاسی و حاکمیتی و یا سیستم نهادی که با آن روبرو هستند، مرتبط می داند. لذا توانمندی های اجتماعی و فناوری در فرآیند توسعه بایستی با یکدیگر در تعامل باشند[۴].

همان‌گونه که اشاره شد اثرات انکارناپذیر توانمندی فناوری بر رشد اقتصادی و رفاه کشورها موجب توجه ویژه به این مقوله چه در سطح ملی و چه بنگاهی شده است. مطمئناً در راستای افزایش توانمندی های فناوری، سیاست‌گذاران و مدیران کشورها باید دیدی مناسب و صحیح از وضعیت توانمندی فناوری خود و سایر کشورها داشته باشند. به خصوص با توجه به جهانی شدن تلاش های فناورانه داشتن درک صحیح از وضعیت توانمندی فناوری خود و سایر کشورها امری ضروری تلقی می شود.

در همین راستا سه ویژگی برای جمع‌آوری سیستماتیک داده-های مرتبط با توانمندی فناوری کشورها ذکر می‌شود[۷،۸]:

I. تحلیل های نظری: شاخص های نوآوری می‌توانند موجب گسترده شدن آگاهی ها نسبت به تغییرات فناورانه و آزمایش تئوری های نوآوری شود.

II. منبع اطلاعات برای سیاست‌گذاری های دولتی: سیاست‌گذاران نیازمند ارزیابی و مقایسه کشور خود با سایر کشورها هستند تا ازین طریق بتوانند نقاط قوت وضعف کشورشان را شناخته و از فرصت‌های فناوری بهره گیرند و در نهایت اثر بخشی سیاستها را بررسی نمایند.

III. به عنوان ورودی برای استراتژی‌های بنگاه‌ها: مدیران از مطالعات نوآوری برای درک بهتر از پیشرفتهای فناورانه، به‌خصوص جهت افزایش نفوذ در بازارهای رقابتی داخلی و بین‌المللی استفاده می-کنند. داده های مربوط به توانمندی فناوری کشورها این فرصت را به شرکت‌ها می دهد تا درک کنند که کدام شرکت در کشور ویژه‌ای می تواند توسعه یابد و فعالیتهای نوآورانه خود را عملی نماید.

توجه ویژه این تحقیق نیز بر ایجاد شاخص ترکیبی جدید با توجه به تجربیات مختلف در زمینه ارزیابی توانمندی‌های فناوری می‌باشد. در سالهای اخیر تلاشهای گسترده‌ای در زمینه ارزیابی توانمندی فناوری کشورها در سطح بین المللی صورت گرفته و مدل‌های مختلفی برای سنجش سطح توانمندی فناورانه در سطح ملی طراحی شده‌اند که از آن جمله می توان به شاخص رقابت پذیری جهانی مجمع جهانی اقتصاد، شاخص عملکرد رقابتی صنعتی یونیدو ، شاخص دستیابی به فناوری یو ان دی پی، شاخص اقتصاد دانش بانک جهانی، شاخص توانمندی فناوری آرکو، شاخص ظرفیت علم و فناوری موسسه رند و سایر موارد مرتبط اشاره نمود.

شاخص ترکیبی جدیدی که در این تحقیق برای اولین بار در سطح جهانی معرفی می‌شود، شاخص ترکیبی پایش توانمندی فناوری می‌باشد که نتایج آن در قالب گزارش پایش جهانی توانمندی فناوری در سال ۲۰۰۹ توسط انجمن مدیریت تکنولوژی ایران منتشر گردیده است[۹]. شاخص ترکیبی پایش توانمندی فناوری، به کشورها این امکان را می دهد تا خود را با سایر کشورها مورد مقایسه قرار داده و از آن طریق بتوانند سیاست‌های مناسب‌تری را به مرحله اجرا بگذارند. عناصر مختلفی در تعیین میزان توانمندی فناورانه یک کشور مؤثر می باشد و در این بین یک شاخص کلی می‌تواند به شکل ساده‌تری یک پایش را نسبت به شاخص‌های مختلف

www.SID.ir

Archive of SID

انجام دهد. در طراحی شاخص پایش توانمندی فناوری چند نکته اساسی مورد نظر قرار گرفته است:

- تمرکز بر شاخص هایی که تا حد امکان ابعاد بیشتری از توانمندی فناورانه یک کشور را مورد سنجش قرار دهند
- قابل استفاده بودن برای کشورهای مختلف فارغ از میزان توسعه یافتگی آنها
- پوشش تعداد مناسبی از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه.
- در نظر گیری وزن منطقی برای شاخص ها.

شاخص ترکیبی پایش توانمندی فناوری سعی کرده است که رابطه‌ای منطقی میان تعداد کشورها و تعداد شاخص های در نظر گرفته شده در مدل برقرار نماید. با توجه به این مسأله که هر چه تعداد شاخص های پایش توانمندی افزایش می یابد بالتبع تعداد کشورهایی که نمره آنها قابل محاسبه است کمتر می‌شود، لزوم ایجاد ارتباطی منطقی بین تعداد شاخص ها و تعداد کشورها ضروری قلمداد می شود. همچنین شاخص مذکور علاوه بر پوشش نیازمندی‌های کشورهای توسعه یافته به علت ارائه ساختار منطقی در ارائه وزن به شاخص‌ها، این امکان را برای کشورهای در حال توسعه که عموماً از توسعه نامتوازن رنج می‌برند فراهم می‌سازد تا درک دقیق‌تری از جایگاه خود در سطح فناوری جهانی داشته باشند.

بخش بعدی مقاله به بیان مدل های مرتبط با ارزیابی توانمندی فناوری و شاخص های مورد نظر برای ارزیابی که در این تحقیق مورد توجه ویژه بودند، می‌پردازد. در بخش سوم متدولوژی تحقیق تشریح می شود و در بخش چهارم به بیان شاخص ترکیبی پایش توانمندی فناوری پرداخته می شود. در بخش پنجم، رتبه ۷۰ کشور دنیا بر اساس شاخص ترکیبی پایش توانمندی فناوری در سه دسته اقتصادهای بزرگ، متوسط و کوچک بیان می شود. در نهایت نیز وضعیت ایران در شاخص پایش توانمندی فناوری بررسی شده است.

۲ -مدل‌های ارزیابی توانمندی فناورانه و دسته‌بندی شاخص‌ها

مدل ها و چارچوب های مختلفی مرتبط با ارزیابی توانمندی فناورانه در جهان مورد توجه قرار گرفته است. به همین جهت در مدل پایش جهانی توانمندی فناوری ۲۰۰۹ سعی شده که برخی از مهمترین این مدل ها بررسی شود تا بتوان با استفاده از تجربیات آنها به شاخص ترکیبی جامع‌تر دست یافت. مدل‌های مورد بررسی شامل شاخص رقابت پذیری جهانی مجمع جهانی اقتصاد[۱۰،۱۱]، شاخص عملکرد رقابت صنعتی یونیدو[۱۲،۱۳،۱۴]، شاخص دستیابی به فناوری یوان‌دی-پی[۱۵]، شاخص اقتصاد دانش بانک جهانی[۱۶، ۱۷]، شاخص ظرفیت علم و فناوری موسسه رند[۱۸]، شاخص توانمندی فناوری آرکو[۱] می باشد.

مدل های مذکور مانند همه شاخص های ترکیبی، دارای نقاط قوت و ضعفی می‌باشند. در شاخص رقابت پذیری جهانی مجمع جهانی اقتصاد[۱۰،۱۱]، تمرکز اصلی بر موضوع رقابت پذیری اقتصادی است و بدین جهت به مباحث مرتبط با توانمندی فناوری به عنوان مباحثی حاشیه ای و تنها از ابعاد محدودی پرداخته است. شاخص عملکرد رقابت صنعتی یونیدو[۱۲،۱۳،۱۴]، نیز به علت پوشش تعداد زیادی از کشورها، تعداد کمی شاخص را برای ارزیابی توسعه صنعتی مد نظر قرار داده است و همچنین تمرکز بر توانمندی های فناورانه ندارد. همچنین در این شاخص وزن‌دهی ها به شکلی بسیار ساده و به طور مساوی می‌باشد که تبیین کننده وضعیت واقعی کشورها نمی‌باشد. شاخص دستیابی به فناوری یوان-دی‌پی[۱۵] نیز با مشکلاتی چون تعداد کم شاخص‌ها(بررسی ۸ شاخص در ۴ بعد)، وزن دهی ساده به شاخص ها و در نظر گرفتن تعداد کمی از ابعاد توانمندی فناورانه روبرو است. البته این شاخص ویژه ارزیابی توانمندی فناورانه می باشد ولی به علت ضعف هایی که این شاخص داشت بار دیگر توسط یوان‌دی‌پی مورد بررسی قرار نگرفت. شاخص اقتصاد دانش بانک جهانی[۱۶، ۱۷]، مشابه شاخص رقابت پذیری جهانی، شاخصی برای ارزیابی های اقتصادی است و کمتر به مقوله توانمندی فناوری تمرکز نموده است. اما دو شاخص ظرفیت علم و فناوری موسسه رند[۱۸] و توانمندی فناوری آرکو[۱] دو شاخص مرتبط با ارزیابی توانمندی فناورانه کشورها می باشند. در شاخص توانمندی فناوری آرکو[۱]، ۸ شاخص در سه بعد و با وزن های مساوی مورد بررسی قرار می‌گیرد که تعداد کم شاخص ها و وزن دهی مساوی مطمئناً از مشکلات این مدل قلمداد می شود. شاخص ظرفیت علم و فناوری

www.SID.ir

Archive of SID

موسسه رند[۱۸] نیز ۸ شاخص را در سه بعد مورد بررسی قرار می دهد که وزن های زیر شاخص های در هر بعد مساوی است. این شاخص نیز از ضعف وزن دهی و ارزیابی تعداد کمی از شاخص ها و ابعاد توانمندی فناوری برخوردار است. در نهایت با کلیّتی که از شاخص های مذکور بیان شد می‌توان به این نتیجه رسید که شاخص رقابت پذیری جهانی مجمع جهانی اقتصاد[۱۰،۱۱]، شاخص عملکرد رقابت صنعتی یونیدو[۱۲،۱۳،۱۴] و شاخص اقتصاد دانش بانک جهانی[۱۶، ۱۷]، به طور ویژه به مباحث توانمندی فناوری نمی پردازند و سعی در ارزیابی توانمندی فناورانه کشورها ندارند. به همین جهت با وجود ارائه شاخص های مهمی در زمینه توانمندی فناوری، از جامعیت لازم برای تعیین توانمندی فناورانه کشورها برخوردار نیستند. همچنین در شاخص های دستیابی به فناوری یو ان دی پی[۱۵]، ظرفیت علم و فناوری موسسه رند[۱۸] و توانمندی فناوری آرکو[۱] با وجود اینکه این شاخص ها به طور ویژه به مقوله ارزیابی توانمندی فناوری کشورها می پردازند ولی از بررسی تعداد کم شاخص ها و ابعاد توانمندی فناوری و همچنین وزن دهی مساوی رنج می برند که فی الواقع تبیین کننده واقعی وضعیت توانمندی فناوری کشورها نمی باشد. به همین جهت باید سعی شود تا شاخصی با تعداد شاخص ها و ابعاد بیشتر برای ارزیابی توانمندی فناوری کشورها ایجاد گردد. همچنین در این شاخص باید سعی شود که وزن‌دهی‌های دقیق‌تری بر پایه اطلاعات آماری صورت گیرد و وزن‌دهی های مساوی و بر پایه نظرات شخصی کمتر مورد استفاده قرار گیرد. در شاخص پایش توانمندی فناوری نیز سعی شده است تا نسبت به بهبود شاخص ارزیابی کننده توانمندی فناوری کشورها اقدام شود و تلاش شود تا شاخص ها و ابعاد متنوع تری از توانمندی فناوری به همراه وزن دهی های منطقی تر از شاخص ها و ابعاد بر اساس اطلاعات آماری ارائه شود تا بدین سبب ضمن ارزیابی دقیق تر از وضعیت توانمندی فناوری کشورها به خصوص کشورهای در حال توسعه که از توسعه نامتوازن رنج می برند، بتوان ابعاد و ویژگی های بیشتری از توانمندی فناوری کشورها را مورد بررسی قرار داد. جدول ۱ نمایانگر ویژگی کلی شاخص های مورد بررسی می باشد.

جدول ۱) ویژگی های کلی شاخص های مورد بررسی

شاخص	تعداد شاخصها	تعداد ابعاد	وزن دهی	به طور مستقیم مرتبط با ارزیابی توانمندی فناورانه
شاخص عملکرد رقابت صنعتی یونیدو[۱۴]	۶	۴	مساوی و بر اساس نظر متخصصین	خیر
شاخص دستیابی به فناوری یو ان دی پی[۱۵]	۸	۴	مساوی و بر اساس نظر متخصصین	بلی
شاخص رقابت پذیری جهانی مجمع جهانی اقتصاد[۱۰،۱۱]	۱۱۹	۱۲	در سال ۲۰۰۴ مساوی و بر اساس نظر متخصص ولی در گزارش سال ۲۰۰۸- ۲۰۰۹ بر اساس روش آماری رگرسیون	خیر
شاخص اقتصاد دانش بانک جهانی[۱۶، ۱۷]	۱۰۹	۴	مساوی و بر اساس نظر متخصصین	خیر
شاخص ظرفیت علم و فناوری موسسه رند[۱۸]	۸	۳	مساوی و بر اساس نظر متخصصین	بلی
شاخص توانمندی فناوری آرکو[۱]	۸	۳	مساوی و بر اساس نظر متخصصین	بلی

همچنین با بررسی مدل های ذکر شده و برخی شاخص‌های مربوط به گزارش توسعه جهانی بانک جهانی سال۲۰۰۹ [۱۹] و گزارش های سازمان ملل چون گزارش سرمایه گذاری جهانی در سال ۲۰۰۸[۲۰]، ۳۷ شاخص که مستقیما با توانمندی فناوری در ارتباط است، شناسایی شدند. این شاخص ها به طور کلی در ۱۰ دسته کلی در جدول شماره ۲ ذکر شده‌اند. البته ۱۲ شاخص از ۳۷ شاخص مربوط به شاخص های پیمایشی گزارش رقابت پذیری جهانی مجمع

www.SID.ir

Archive of SID

جهانی اقتصاد است که به علت تفاوت ذاتی آن با سایر شاخص ها در دسته بندی جدول ۲ و مجموعه شاخص های انتخاب شده جهت ارزیابی توانمندی فناوری مورد استفاده قرار نگرفته است.

جدول ۲) دسته بندی شاخص ها در مدل های ارزیابی توانمندی فناوری

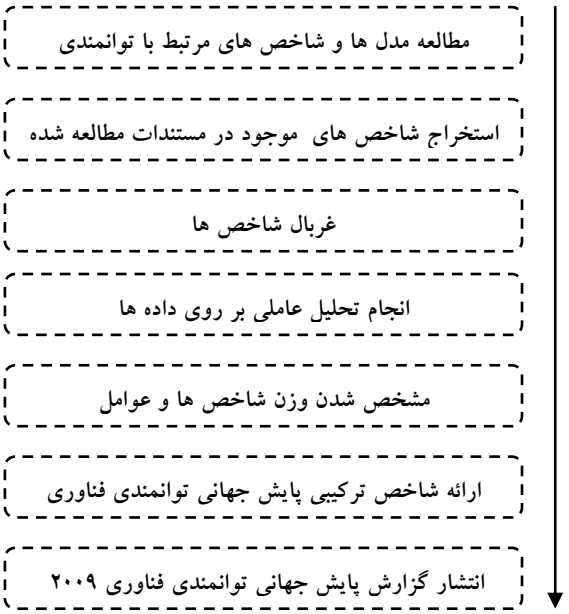
	دسته شاخصها	شاخص رقابت پذیری جهانی مجمع جهانی اقتصاد	شاخص ظرفیت علم و فناوری موسسه رند	شاخص اقتصاد دانش بانک جهانی	شاخص توانمندی فناوری آرکو	شاخص دستیابی به فناوری یو ان دی پی	شاخص ترکیبی عملکرد رقابتی صنعتی
۱	شاخص های مرتبط با پتنت	✓	✓	✓	✓	✓	
۲	شاخص های مرتبط با تحصیلات عالی	✓		✓	✓	✓	
۳	شاخص های مرتبط با کامپیوتر و اینترنت	✓		✓	✓		
۴	شاخص های مرتبط با نفوذ تلفن و موبایل	✓		✓	✓	✓	
۵	شاخص های مرتبط با سهم صادرات صنایع با فناوری بالا و متوسط از کل صادرات و ارزش افزوده آنها	✓				✓	✓
۶	شاخص های مرتبط با مصرف الکتریسیته				✓	✓	
۷	شاخص های مرتبط با سالهای تحصیل و نرخ با سوادی	✓		✓	✓	✓	
۸	شاخص های مرتبط با مقالات علمی		✓	✓	✓		
۹	سرانه تولید ناخالص داخلی	✓	✓	✓			
۱۰	شاخص های مرتبط با تحقیق و توسعه		✓	✓			

۳ -روش‌شناسی تحقیق

همان‌گونه که در بخش های قبلی مقاله ذکر شد، مدل های مختلفی در زمینه سنجش توانمندی فناوری وجود دارد. همچنین شاخص های مختلفی برای سنجش ابعاد مختلف توانمندی فناوری وجود دارد که سنجش همه آنها در حال حاضر امری غیرممکن است. در ایجاد یک شاخص ترکیبی ارزیابی توانمندی فناوری، باید علاوه بر سنجش شاخص های مختلف که ابعاد متفاوتی از فناوری را می‌سنجد به محدودیت داده های موجود در کشورها به خصوص کشورهای در حال توسعه و کمتر توسعه یافته نیز توجه نمود. ایجاد تعادل میان تعداد شاخص های مورد بررسی و کشورهایی که داده های مورد نیاز را دارند، امری بسیار مهم است. در مدل پایش جهانی توانمندی فناوری نیز سعی شد به این موضوع توجه ویژه شود. در این مدل سعی شد شاخص برای حداقل ۶۰ کشور دنیا قابل ارزیابی باشد. خوشبختانه با توجه به مراحلی که در انتخاب شاخص ها صورت گرفت ۷۰ کشور دنیا در این مدل قابل ارزیابی گشتند. از میان ۳۷ شاخص مورد نظر جهت ارزیابی توانمندی فناوری با انجام فرآیند غربال شاخص ها، ۱۷ شاخص در نهایت جهت ایجاد شاخص ترکیبی پایش توانمندی فناوری مورد استفاده قرار گرفتند. یکی از وجوه تمایز اصلی تحقیق حاضر با تحقیقات گذشته، استفاده از روش تحلیل عاملی با چرخش واریماکس، برای دستیابی به یک چارچوب و مدل مناسب ارزیابی توانمندی فناوری بر اساس شاخصهای موجود می‌باشد. در انتها نیز شاخص پایش توانمندی فناوری برای ۷۰ کشور دنیا محاسبه و نتایج آن در قالب گزارش پایش جهانی توانمندی فناوری ۲۰۰۹ توسط انجمن مدیریت تکنولوژی ایران منتشر گردید. به طور کلی مراحل تحقیق در شکل ۱ اشاره شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱) روند تحقیق

۳ ـ۱غربال شاخص ها

غربال شاخص‌ها از میان تعداد زیادی از شاخص‌ها امری مهم در ارزیابی توانمندی فناوری است. در مدل‌های بین المللی عموماً این فرآیند از طریق نظر متخصصان انجام می گیرد و وزن‌دهی نیز بر اساس فرآیند قضاوتی ذهنی[1] می باشد[۲۱]. در این تحقیق جهت غربال شاخص ها سعی گردید از یک فرآیند شش مرحله‌ای استفاده شود تا ضمن ارزیابی ابعاد متنوعی از توانمندی فناوری بتوان توانمندی فناوری کشورها بیشتری را به خصوص در کشورهای در حال توسعه سنجید. به همین جهت غربال شاخص های مذکور جهت دستیابی به شاخص های نهایی ۶ مرحله زیر طی شد:

I. شاخص ها در یکی از مدل ها یا گزارشات بین المللی معتبر موجود باشند.
II. داده های آنها از ۲۰۰۵ به بعد موجود باشند.
III. تعداد مناسبی از کشورها را تحت پوشش قرار دهد (تأکید بر حداقل ۶۰ کشور دنیا بود).
IV. مورد تأیید پنل متخصصان حاضر در تیم پروژه قرار گیرد.
V. ابعاد متنوع فناوری را تا حد امکان بسنجد(با نظر پنل متخصصان).
VI. حتی‌الامکان در مورد کشورهای در حال توسعه داده ها قابل جمع آوری باشد.

بر اساس موارد بالا و ذکر این نکته که برخی شاخص های مناسب نیز به جهت پیمایشی بودن آنها در مدل جاری مورد نظر قرار نگرفت، ۱۷ شاخص جهت ارزیابی نهایی انتخاب شدند که در جدول ۳ شاخصهای انتخاب شده به همراه ویژگی های مختصری از آن ذکر گردیده است. نحوه تعریف شاخص و جمع آوری داده مطابق با منبعی است که مقدار شاخص از آن اخذ شده است. همچنین بیان این نکته ضروری است که پنل متخصصان شامل متخصصانی بود که در ارزیابی توانمندی فناورانه کشورها دارای تجربه و کار عملی بودند.
شاخص های مذکور برای ۷۰ کشور دنیا قابل ارزیابی می‌باشد که البته بعضی کشورها که ۲ مورد از شاخص ها را ندارند سعی شده است از پیش بینی جهت معرف آن شاخص برای آن کشور استفاده شود.

۳ ـ۲جمع آوری و نرمال سازی داده ها

اصولاً یکی از مراحل مهم انجام تحقیق مرحله جمع‌آوری داده‌ها می‌باشد، زیرا که تحلیلهای بعدی در تحقیق براساس آن داده ها صورت می گیرد، لذا در این مرحله باید داده های معتبر مورد استفاده قرار گیرد. از این رو در این تحقیق برای جمع‌آوری اطلاعات در مورد شاخصها برای کشورهای مختلف از گزارشات بین المللی که سالانه به وسیله سازمان ملل متحد، بانک جهانی، مجمع جهانی اقتصاد و سازمان ثبت پتنت آمریکا منتشر می شود، استفاده شد.
علاوه براین با توجه به این نکته که شاخصهای این مدل دارای واحدهای اندازه گیری متفاوتی بودند، لذا برای ترکیب این شاخصها ابتدا براساس فرمول زیر نرمال سازی شدند:

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_j}{\sigma_j}$$

که در این فرمول؛ Y_{ij} نرمالایز شده شاخص j برای کشور i ، X_{ij} مقدارواقعی شاخص j برای کشور i ، X_j میانگین شاخص j برای همه کشورها و σ_j انحراف معیار شاخص j برای همه کشورها می‌باشد.

1 -Subjective Judgement Process

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳) شاخص های نهایی مدل پایش جهانی فناوری به همراه مختصری از ویژگی های آن

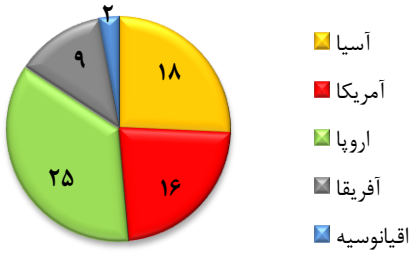
	شاخص	ویژگی مختصری از شاخص	
۱	**نرخ ناخالص ثبت نام در تحصیلات عالی**	از آنجایی که در توسعه فناوری و افزایش سطح توانمندی فناوری مهارت های انسانی تاثیر بسزایی دارند، این شاخص برای سنجش سطح توانمندی نیروی انسانی طراحی شده است. تحصیلات عالی در اقتصاد دانش بنیان امروزی به جهت بهره گیری، استفاده و تطابق با فناوری های نوین از اهمیتی ویژه برخوردار است.	شاخص های توسعه جهانی منتشر شده توسط بانک جهانی در سال۲۰۰۹[۱۹]
۲	**سرانه مصرف الکتریسیته**	این شاخص نمایانگر بخشی از زیر ساخت های فیزیکی در یک کشور جهت توسعه فناوری و صنعتی می باشد که با میزان رشد اقتصادی کشورها چه در مقایسه با یکدیگر و چه در مراحل مختلف توسعه یک کشور دارای همبستگی است و به ویژه به علت اینکه یکی از پیش نیازهای استفاده از فناوری های جدید است، مهم است[۱۵].	شاخص های توسعه جهانی منتشر شده توسط بانک جهانی در سال۲۰۰۹[۱۹]
۳	**تعداد مقالات علمی**	این شاخص نشان دهنده میزان خروجی تلاشهای محققان و دانشمندان فعال و همچنین به صورت تقریبی میزان انتشار علم و فناوری در یک کشور را نشان می دهد.مقالات علمی یکی از منابع مهم در دانش صریح است[۱].	شاخص های توسعه جهانی منتشر شده توسط بانک جهانی در سال۲۰۰۹[۱۹]
۴	**سرانه تعداد کاربران اینترنت**	اینترنت یک زیرساخت اساسی نه تنها برای اهداف تجاری است، بلکه برای کسب دانش نیز ضروری است[۱] و بنابراین این شاخص در سنجش زیرساخت های لازم در یک کشور نقش دارد.	شاخص های توسعه جهانی منتشر شده توسط بانک جهانی در سال۲۰۰۹[۱۹]
۵	**سرانه تعداد خطوط تلفن و موبایل**	علاوه بر اینکه به عنوان یک عنصر مهم جامعه شهری شناخته شده است، یک زیر ساخت برای اهداف تجاری است.همچنین این شاخص یکی از ابزارهای مهم اندازه گیری توسعه فناوری های قدیمی است[۱۵].	شاخص های توسعه جهانی منتشر شده توسط بانک جهانی در سال۲۰۰۹[۱۹]
۶	**سرانه تولید ناخالص داخلی**	میزان زیرساخت های لازم برای حمایت اقتصاد و فعالیتهای تحقیقاتی بوسیله این شاخص اندازه گیری می شود. همچنین این شاخص می تواند وضعیت اقتصادی یک کشور را نیز نشان دهد. بر اساس گفته فورمن و همکاران سرانه تولید ناخالص داخلی نه تنها برای تمام کشورها محاسبه می شود، بلکه به طور غیر مستقیم انباشت دانش را در اقتصادها ارزیابی می کند[۲۲].	گزارش رقابت پذیری جهانی منتشر شده توسط مجمع جهانی اقتصاد در سال ۲۰۰۸ [۱۰]
۷	**سرانه تعداد محققان فعال در حوزه تحقیق و توسعه (میلیون نفر)**	این شاخص برای نشان دادن توانایی جمعیت یک کشور جهت استفاده از دانش موجود و مرتبط برای حل مشکلات، بهبود وضعیت اقتصاد و انجام تحقیق است.	شاخص های توسعه جهانی منتشر شده توسط بانک جهانی در سال۲۰۰۹[۱۹]
۸	**هزینه آموزش**	با توجه به نقش مهم آموزش در توسعه کشورها و افزایش درآمد کشورها، میزان هزینه کرد کشورها در آموزش نمایانگر اهتمام این کشورها در راستای توسعه زیرساخت های انسانی توسعه فناوری است، لذا سنجش این شاخص می تواند به نوعی نمایانگر زیرساخت های لازم جهت توسعه فناوری در کشورها است.	شاخص های توسعه جهانی منتشر شده توسط بانک جهانی در سال۲۰۰۹[۱۹]
۹	**نرخ با سوادی**	آموزش و کسب دانش و مهارتهای استدلالی عمومی از ارکان مهم توسعه هر کشور در حوزه فناوری می‌باشد. همچنین افزایش سطح دانش، توانایی پذیرش ایده‌های جدید را افزایش داده و نگرشها به سوی کار و جامعه را تغییر می‌دهد.	گزارش توسعه انسانی یو ان دی پی در سال ۲۰۰۷[۲۳]
۱۰	**سرانه کامپیوتر شخصی**	این شاخص که به نوعی مرتبط با زیرساخت های فناوری اطلاعات و ارتباطات در هر کشوری می‌باشد، به عنوان یکی از ورودی های نوآوری و کارآفرینی در ارزیابی کشورهای مختلف مورد توجه است.	شاخص های توسعه جهانی منتشر شده توسط بانک جهانی در سال۲۰۰۹[۱۹]
۱۱	**تعداد پتنت ثبت شده درادراه ثبت پتنت آمریکا**	بسیاری از مطالعات پیشرو در تعیین نوآوری از این شاخص به عنوان نماد خروجی نوآوری استفاده می کنند[۲۴،۲۵،۲۶،۲۲].	اداره ثبت پتنت ایالات متحده در سال ۲۰۰۸[۲۷]
۱۲	**تعداد پتنت های ثبت شده درادراه پتنت هر کشور**	از آنجا که در پتنت های اداره ثبت پتنت آمریکا ممکن است به دلیل بعضی مسائل (سیاسی، اقتصادی، اجتماعی) تصویر زیاد روشنی از خروجی نوآوری در یک کشور نشان ندهد، از این شاخص استفاده می شود.	شاخص های توسعه جهانی منتشر شده توسط بانک جهانی در سال۲۰۰۹[۱۹]
۱۳	**سهم ارزش افزوده تولیدی صنایع با فناوری بالا و متوسط**	سهم ارزش افزوده صنایع با فناوری بالا و متوسط از کل ارزش افزوده هر کشوری نشاندهنده میزان توسعه یافتگی کشورها از لحاظ علم و فناوری است، لذا بررسی این شاخص بروندادی فناوری مهم می نماید.	گزارش توسعه صنعتی یونیدو در سال ۲۰۰۹[۱۴]
۱۴	**نسبت هزینه های تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی**	این شاخص معیاری مستقیم برای سنجش میزان سرمایه گذاری در فعالیت های تحقیق و توسعه را نشان می دهد و همچنین نشان دهنده اهمیتی است که یک کشور برای فعالیتهای تحقیق و توسعه قائل است. با وجود تاکید بر عوامل دیگر، نسبت هزینه های تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی هنوز هم موثرترین شاخص بررسی نوآوری در کشورهای در حال توسعه است[۲۲].	شاخص های توسعه جهانی منتشر شده توسط بانک جهانی در سال۲۰۰۹[۱۹]
۱۵	**سهم صادرات صنایع با فناوری بالا**	این شاخص نشاندهنده توانایی سیستم اقتصادی ملی یک کشور برای رقابت در بازارهای بین المللی در صنایع با فناوری بالا است.صادران فناوری های بالا نمایانگر تغییرات فناورانه یک کشور است[۲۲].	شاخص های توسعه جهانی منتشر شده توسط بانک جهانی در سال۲۰۰۹[۱۹]
۱۶	**سرانه سرمایه گذار ی مستقیم خارجی رو به داخل**	این شاخص درجه آزادی اقتصادی یک کشور را می سنجد.	گزارش سرمایه گذاری جهانی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۸ [۲۰]
۱۷	**سرانه سرمایه گذاری مستقیم خارجی رو به بیرون**	این شاخص میزان توانایی فناوری یک کشور در زمینه انتشار فناوری را می سنجد و همچنین میزان توانایی یک کشور در زمینه انتقال فناوری به دیگر کشورها را می سنجد.	گزارش سرمایه گذاری جهانی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۸ [۲۰]

www.SID.ir

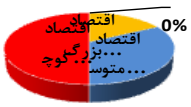
Archive of SID

در شاخص ترکیبی پایش توانمندی فناوری در سال ۲۰۰۹، هفتاد کشور از قاره های مختلف مورد سنجش و پایش قرار گرفته‌اند. شکل ۲ سهم هر قاره از کشورهای مورد بررسی را نشان می‌دهد.

همچنین کشورها در پایش جهانی توانمندی فناوری بر اساس شاخص تولید ناخالص داخلی به سه دسته کشورهای با اقتصاد بزرگ، متوسط و کوچک تقسیم می شوند. اقتصادهای بزرگ دارای تولید ناخالص داخلی بالای ۱۰۰۰ میلیارد دلار می باشند. کشورهای با اقتصاد متوسط تولید ناخالص داخلی بین ۱۰۰۰ میلیارد دلار و ۲۰۰ میلیارد دلار را دارا هستند و کشورهای با اقتصاد کوچک دارای تولید ناخالص داخلی زیر ۲۰۰ میلیارد دلار می باشند. بر اساس دسته بندی کشورها به اقتصاد بزرگ، متوسط و کوچک توزیع کشورها مطابق شکل۳ می باشد.



شکل ۲) سهم قاره های مختلف از کشورهای مورد بررسی در گزارش پایش جهانی توانمندی فناوری ۲۰۰۹



شکل ۳) سهم اقتصادهای مختلف در گزارش پایش جهانی توانمندی فناوری ۲۰۰۹

۳ ـ ۲ تحلیل عاملی[1]

در سال‌های اخیر تلاشهای فراوانی برای بررسی رویکردهای مختلف وزن دهی به زیرشاخصهای دخیل در یک شاخص ترکیبی مانند تحلیل پوششی داده ها[2]، فرایند تحلیل سلسله مراتبی و روش‌های قضاوتی ذهنی صورت گرفته است. در این تحقیق از روش تحلیل عاملی به دلیل مزایایی منحصر به فرد آن برای وزن دهی و دسته بندی شاخص‌ها استفاده شده است. از مزایای روش تحلیل‌عاملی برای تشکیل شاخص‌های ترکیبی در حوزه توانمندی فناوری می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

I. از طریق روش تحلیل عاملی بکار گرفته شده در این تحقیق می توان ساختار زیر بنایی مجموعه نسبتا بزرگی از متغیرها را بدست آورد.

II. در روش تحلیل عاملی بکار رفته در این تحقیق هیچ تئوری اولیه‌ای فرض نشده و پیش فرض اولیه آن است که هر متغیری ممکن است با هر عاملی ارتباط داشته باشد. در نتیجه دخالت پیش‌فرض‌های محققان در رتبه بندی کشورها حداقل می شود.

III. می توان رتبه نهایی را با همبستگی بالا از طریق تعداد معدودی از شاخص ها که با وزن بالا در هر بعد نمایانگر واقعی آن بعد می باشند، ارزیابی نمود.

IV. این روش شاخصها را در زیر مجموعه عوامل مختلف دسته بندی می کند که هیچ یک از روشهای دیگر چنین قابلیتی را دارا نمی باشند[۲۸،۲۹].

بنابراین در این تحقیق برای دسته بندی و وزن دهی شاخصها از روش تحلیل عاملی استفاده شده است. برای انجام تحلیل عاملی مدلهای مختلف مانند تحلیل مؤلفه های اصلی[3]، تحلیل عاملی مشترک، تحلیل عاملی بیشینه درست نمایی و سایر روشها [۳۰] وجود دارد. در این تحقیق با توجه به ویژگی روش تحلیل مولفه های اصلی و تاکید گزارش‌های بین المللی مختلف [۲۸،۲۹] بر این نکته که روش مناسب برای ایجاد یک شاخص ترکیبی روش تحلیل مولفه های اصلی می باشد، روش تحلیل مولفه های اصلی مورد استفاده قرار گرفت. در مورد چرخش عاملها روش های متفاوتی مانند واریماکس[4]، کواریماکس[5]، اکوایماکس[6] وجود دارد که هدف همه آنها دستیابی به الگوی ساده و قابل فهم در مورد بار عاملی متغیر های مختلف می باشد[۲۸]. در این تحقیق از آنجایی که روش چرخش واریماکس معمول ترین روش

1- Factor Analysis
2- Data Envelopment Analysis

3- Principal components analysis
4- varimax
5- Quartimax
6- Equimax

www.SID.ir

Archive of SID

مورد استفاده بوده[۲۹] و توافق بیشتر متخصصان تحلیل عاملی بر این است که کارآمدترین شیوه است[۳۱] از چرخش واریماکس استفاده شده است. هدف از چرخش واریماکس، رسیدن به ساختار ساده با متعامد نگه داشتن محورهای عاملی است. این بدان معناست که در این روش عامل های چرخش یافته ناهمبسته اند و اشتراکات و توانایی باز پدید آوردن ماتریس همبستگی اصلی با تحلیل عاملی اولیه یکسان است. گرچه در برخی از موارد، با عامل‌های متعامد نمی توان به ساختار ساده دست یافت. هدف واریماکس به حداکثر رسانیدن مجموع واریانسهای بارهای مجذور شده بر روی ستون های ماتریس عاملی است[۳۱،۳۲].

همچنین مقدار آزمون کیزرمایر[1] برای داده های محاسبه شده در تحقیق برابر با ۰.۸۵۳ می باشد لذا با توجه به اینکه به نظر نوروسیس[2] مقدار آزمون کیزر مایر بالاتر از ۰.۷ باشد نشان-دهنده داده‌های مناسب برای تحلیل عاملی است [۳۳،۳۴]، بنابراین مقدار ۰.۸۵۳ برای آزمون کیزر مایر نشانگر مناسب بودن داده ها برای تحلیل عاملی می باشد. خروجی نرم افزار اس.پی.اس.اس، آزمون کیزر مایر در شکل۴ آورده شده است.

تعداد کل شاخصها ۱۷ عدد می باشد که پس از انجام آزمون تحلیل عاملی این ۱۷ شاخص در سه دسته با بارهای عاملی مختلف قرار گرفتند. جدول ۴ نشان دهنده بارهای عاملی هر یک از ابعاد می باشد.

ابعاد مورد نظر در این تحقیق که از طریق تحلیل عاملی بدست‌آمده به علت تشابه شاخص ها در هر بعد به ترتیب به عنوان زیرساخت‌های توسعه فناوری، توانمندی نوآوری و کیفیت سرمایه‌گذاری نامگذاری شده‌اند. در مورد وزن شاخصها با توجه به مبحث مقیاس‌سازی در روش تحلیل عاملی، از بارعاملی به عنوان ضریب اهمیت شاخصها استفاده شده است. نتایج حاصل از ماتریس چرخش یافته برای شاخصها در آزمون تحلیل عاملی در جدول ۵ آمده است.

بر اساس وزن دهی انجام شده در تحلیل عاملی و طبقه های عاملی بوجود آمده، شاخص ترکیبی پایش توانمندی فناوری بدست آمده است، که در ادامه به آن اشاره می شود.

جدول ۴) وزن استخراج شده از تحلیل عاملی برای ابعاد

عامل	۱	۲	۳
وزن	۰.۵۰	۰.۲۹	۰.۲۱

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.853
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1.374E3
	Df	136
	Sig.	.000

شکل۴) مقدار آزمون کیزر مایر و بارتلت بر اساس نرم افزار SPSS

۴ – شاخص ترکیبی پایش توانمندی فناوری

شاخص پایش توانمندی فناوری، شاخصی ترکیبی می باشد که جهت کمک به سیاست گذاران جهت اتخاذ سیاست های مناسب علم و فناوری ایجاد شده است. شاخص ترکیبی پایش توانمندی فناوری، به کشورها این امکان را می دهد تا خود را با سایر کشورها مورد مقایسه قرار داده و از آن طریق بتوانند سیاست های مناسب تری را به مرحله اجرا بگذارند. عناصر مختلفی در تعیین میزان توانمندی فناورانه یک کشور مؤثر می باشد و در این بین یک شاخص کلی می تواند به شکل ساده تری یک پایش را نسبت به شاخص های مختلف انجام دهد.

همانگونه که در جدول ۶ مشاهده می شود شاخص ترکیبی توانمندی فناوری در سه بعد اصلی زیرساخت توسعه فناوری، توانمندی نوآوری و کیفیت سرمایه گذاری تعریف شده است. بعد زیرساخت توسعه فناوری از ۱۰ شاخص تشکیل شده است که هر کدام وزن های مخصوص به خود را دارند. شاخص زیر ساخت فناوری به طور عمده متشکل از شاخص های مرتبط با مهارت های انسانی، فناوری اطلاعات و ارتباطات به همراه دو شاخص سرانه تولید ناخالص ملی و الکتریسیته می باشد.

1- Kaiser-Meyer-Olkin
2- Norusis

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵) ماتریس چرخش یافته عوامل در تحلیل عاملی

	عوامل		
شاخص	۱	۲	۳
نرخ ناخالص ثبت نام در تحصیلات عالیه	۰.۸۵۴	۰.۲۲۹	۰.۰۰۹
سرانه مصرف الکتریسیته	۰.۷۹۲	۰.۳۷۴	۰.۱۷۳
سرانه تعداد مقالات علمی	۰.۷۸۹	۰.۴۱۴	۰.۲۱۶
سرانه کاربران اینترنت	۰.۷۷۶	۰.۴۱۴	۰.۳۰۹
سرانه تعداد موبایل و خط تلفن	۰.۷۶۸	۰.۱۳۳	۰.۴۰۴
سرانه تولید ناخالص داخلی	۰.۷۶۷	۰.۳۶۴	۰.۳۶۴
سرانه تعداد محققان فعال در حوزه تحقیق و توسعه(میلیون نفر)	۰.۷۶۱	۰.۵۲۸	۰.۱۶۳
هزینه آموزش	۰.۶۹۷	-۰.۰۹۱	-۰.۰۳۵
نرخ با سوادی	۰.۶۷۸	۰.۱۱۱	۰.۱۷۹
سرانه کامپیوتر شخصی	۰.۶۶۲	۰.۴۵۵	۰.۴۷۴
تعداد پتنت در اداره ثبت پتنت امریکا	۰.۴۴۴	۰.۷۶۱	۰.۰۷۷
تعداد پتنت های ثبت شده در اداره پتنت هر کشور	۰.۱۷۱	۰.۷۵۸	-۰.۱۸۸
سهم ارزش افزوده تولیدی صنایع سطح بالا و متوسط (٪ کل ارزش افزوده)	۰.۲۵۷	۰.۷۵۶	۰.۱۷۷
نسبت هزینه های تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی	۰.۶۱۴	۰.۶۶۱	۰.۰۸۳
سهم صادرات صنایع با فناوری بالا از کل صادرات	-۰.۰۸۱۴	۰.۶۳۹	۰.۳۲۹
سرانه سرمایه گذاری مستقیم خارجی رو به داخل	۰.۱۸۴	۰.۰۴۲۶	۰.۹۳۸
سرانه سرمایه گذاری مستقیم خارجی رو به بیرون	۰.۲۴۳	۰.۱۰۹	۰.۹۲۳

همانگونه که در جدول ۷ مشاهده می شود وزن های اعمال شده به ابعاد شاخص ترکیبی توانمندی فناوری که بر اساس تحلیل عاملی بدست آمده است، حکایت از اهمیت بسیار زیاد بعد زیر ساخت فناوری نسبت به دو بعد دیگر دارد. این بعد با وزن ۰.۵ از اهمیتی ویژه برخوردار می باشد. همچنین بعد دوم که تحت عنوان توانمندی نوآوری قلمداد می شود، کمی با اهمیت تر از بعد کیفیت سرمایه‌گذاری است.

بعد توانمندی نوآوری شامل ۵ شاخص است که مشتمل بر شاخص های پتنت، صنایع سطح بالا و سهم مخارج تحقیق و توسعه می باشد. در شاخص های بعد توانمندی نواوری باید به این نکته توجه نمود که شاخص های مذکور توانمندی نوآوری را برای آن بخش هایی از فرآیند نوآوری که دانش ضمنی در آن بیشتر است، کمتر مورد سنجش قرار می دهد. همچنین در بعد کیفیت سرمایه گذاری میزان سرمایه‌گذاری خارجی روبه داخل و رو به خارج کشورها که نمادی از میزان قدرت یک کشور در جذب سرمایه های خارجی و سرمایه-گذاری در کشورهای دیگر است به نمایش گذاشته شده است. این بعد توانایی یک کشور در انتقال و جذب فناوری را نیز نمایش می دهد. آنچه در روند این سه بعد مشهود است حرکت منطقی از زیرساخت ها به سمت بازارهای سرمایه گذاری است به نحوی که تا حد زیادی نمایانگر چرخه ایده تا بازار در حوزه نوآوری فناوری می باشد.

از ویژگی‌های شاخص پایش توانمندی فناوری نسبت به شاخص های مشابهی چون شاخص شاخص ظرفیت علم و فناوری موسسه رند[۱۸]، شاخص توانمندی فناوری آرکو[۱]، شاخص دستیابی به فناوری یو ان دی پی[۱۵] که به طور ویژه به مقوله ارزیابی سطح توانمندی فناوری کشورها می پردازند، می توان به بررسی ابعاد بیشتری از فناوری با توجه به مورد نظر قرار دادن تعداد شاخص های بیشتر اشاره نمود. همچنین استفاده از روش تحلیل عاملی برای وزن دادن شاخص ها و ابعاد از ویژگی های دیگر این شاخص قلمداد می شود. به ویژه این نوع وزن‌دهی از آنجا که اعمال نظر نویسندگان را نسبت به وزن شاخص‌ها و ابعاد حداقل می‌کند، می‌تواند از جهت‌گیری های ناشی از دیدگاه نویسندگان جلوگیری کند و توانایی ارزیابی دقیق تر وضعیت توانمندی فناوری کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه را داشته باشد. همچنین این شاخص در مقایسه با شاخص های اقتصادی و صنعتی چون رقابت پذیری جهانی مجمع جهانی اقتصاد[۱۰،۱۱]، شاخص عملکرد رقابت صنعتی یونیدو[۱۲،۱۳،۱۴] شاخص اقتصاد دانش بانک جهانی[۱۶، ۱۷]، تمرکز بیشتری بر توانمندی فناوری داشته و سعی دارد ابعاد بیشتری را مورد سنجش قرار دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶) ابعاد و وزن های شاخص ها

ابعاد	شاخص	وزن
زیر ساخت توسعه فناوری (۰.۵)	نرخ ناخالص ثبت نام در تحصیلات عالیه	۰.۸۵۴۰۴۱۶
	سرانه مصرف الکتریسیته	۰.۷۹۲۸۸۹
	سرانه تعداد مقالات علمی	۰.۷۸۹۱۷۳۴
	سرانه کاربران اینترنت	۰.۷۷۶۶۳۷
	سرانه تعداد موبایل و خط تلفن	۰.۷۶۸۵۹۸۳
	سرانه تولید ناخالص داخلی	۰.۷۶۷۵۵۴
	سرانه تعداد محققان فعال در حوزه تحقیق و توسعه(میلیون نفر)	۰.۷۶۱۸۱۳۱
	هزینه آموزش	۰.۶۹۷۱۲۹۶
	نرخ با سوادی	۰.۶۷۸۰۷۳۸
	سرانه کامپیوتر شخصی	۰.۶۶۲۳۳۴۳
توانمندی نوآوری (۰.۲۹)	تعداد پتنت ثبت شده در اداره ثبت پتنت امریکا	۰.۷۶۱۷۱۶۲
	تعداد پتنت های ثبت شده در اداره ثبت پتنت هر کشور	۰.۷۵۸۱۲۷۴
	سهم ارزش افزوده تولیدی صنایع با فناوری بالا و متوسط (٪ کل ارزش افزوده)	۰.۷۵۶۱۴۴۴
	نسبت هزینه های تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی	۰.۶۶۰۹۰۵۲
	سهم صادرات صنایع با فناوری بالا از کل صادرات	۰.۶۳۸۹۳۴۳
کیفیت سرمایه گذاری (۰.۲۱)	سرانه سرمایه گذاری مستقیم خارجی رو به داخل	۰.۹۳۸
	سرانه سرمایه گذاری مستقیم خارجی رو به بیرون	۰.۹۲۳

۵ -رتبه بندی کشورها

۷۰ کشور بر اساس شاخص پایش توانمندی فناوری در سال ۲۰۰۹ مورد ارزیابی قرار گرفتند. جهت رتبه بندی کشورها، ابتدا کشورها بر اساس میزان تولید ناخالص داخلی به سه دسته کشورهای با اقتصاد بزرگ، متوسط و کوچک تقسیم شدند. دلیل این دسته بندی از کشورها وجود شرایط متفاوت میان این اقتصادها می باشد. عموماً کشورهای حاضر در دسته اقتصادهای بزرگ کشورهایی با جمعیت نسبتاً زیاد می باشند که مطمئناً شاخص های سرانه رتبه این کشورها را دچار افت می‌نماید. ۱۲ کشور حاضر در دسته کشورهای با اقتصاد بزرگ بنابر گزارش بانک جهانی[۱۹] در سال ۲۰۰۷ بالغ بر ۵۳ درصد جمعیت جهان را تشکیل می دهند[۱]. به جهت رفع چنین مشکلی که عموماً در شاخص های ترکیبی مشاهده می-شود این دسته بندی بر اساس تولید ناخالص داخلی صورت گرفت. همچنین باید به این نکته نیز اشاره کرد که به علت وجود انباشت سرمایه در این کشورها برخی قابلیت های ویژه برای توسعه فناوری های نوین و پرهزینه در این کشورها وجود دارد.

بر اساس آن چه در جدول ۷ اشاره شده است در کشورهای با اقتصاد بزرگ ایالات متحده آمریکا رتبه اول را کسب نموده است و ژاپن، کانادا و انگلستان در رتبه های بعدی قرار دارند. همچنین در بین کشورهای با اقتصاد بزرگ چین و هند در رتبه های انتهایی قرار می گیرند. باید اشاره کرد که کشورهایی که در دسته اقتصادهای بزرگ قرار می گیرند دارای توانایی های ویژه‌ای در خلق فناوری‌های جدید و بهره‌گیری از آن می باشند. البته باید اشاره نمود این کشورها دارای جمعیت نسبتاً زیادی هستند، به همین جهت شاخص-های سرانه برای برخی از این کشورها چون روسیه، چین و هند مقدار کمی می شود که در رتبه‌های این کشورها در شاخص های ترکیبی اثرگذار است. می توان چنین مشکلی را در شاخص های ترکیبی ارائه شده در مدل های بین‌المللی به وضوح مشاهده نمود که توانمندی کشورهایی چون چین و روسیه در مقایسه با کشورهای کوچک ضعیف‌تر ارزیابی می-شود. سعی شده است در این مدل با تقسیم بندی کشورها به سه دسته این مشکل کم رنگ تر شود.

در کشورهای با اقتصاد متوسط همانگونه که در جدول ۷ قابل مشاهده است، سوئد، فنلاند و نروژ در رتبه های اول قرار دارند. در ۲۳ کشور حاضر در اقتصاد متوسط کره جنوبی، هلند، استرالیا و مکزیک دارای تولید ناخالص داخلی بالایی می‌باشند. در این دسته ، کشورها به دو بخش کشورهای نوآور دنباله‌رو از اقتصادهای برتر و کشورهای تطابق پذیر با فناوری های جدید و متوسط تقسیم می شوند. کشور پرتغال آخرین کشور از گروه کشورهای نوآور دنباله رو در دسته کشورهای با اقتصاد متوسط می باشند.

۱ - جمعیت ۱۲ کشور حاضر در اقتصادهای بزرگ برابر ۳میلیارد و پانصد و چهل و نه میلیون نفر در سال ۲۰۰۷ گزارش شده است[۱۹].

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷): دسته بندی کشورها بر اساس رتبه بندی شاخص پایش توانمندی فناوری در اقتصادهای بزرگ، متوسط و کوچک

رتبه	کشورهای با اقتصاد بزرگ	تولید ناخالص داخلی	نمره شاخص پایش توانمندی فناوری	رتبه	کشورهای با اقتصاد متوسط	تولید ناخالص داخلی (میلیارد دلار)	نمره شاخص پایش توانمندی فناوری	رتبه	کشورهای با اقتصاد کوچک	تولید ناخالص داخلی (میلیارد دلار)	نمره شاخص پایش توانمندی فناوری
۱	ایالات متحده آمریکا	۱۳۸۴۰	۶.۴۹۴۰۸	۱	سوئد	۴۵۵.۳	۷.۷۴۷۸۸	۱	سنگاپور	۱۶۱.۳	**۵.۱۷۰۴۵**
۲	ژاپن	۴۳۸۴	۵.۱۵۴۹۰۴	۲	فنلاند	۲۴۵	۷.۴۰۷۸۲۵	۲	نیوزلند	۱۲۸.۱	**۳.۹۰۷۸۴**
۳	کانادا	۱۴۳۲	۵.۰۳۰۰۳۸	۳	نروژ	۳۹۱.۵	۷.۲۵۸۰۰۳	۳	اسراییل	۱۶۱.۹	**۳.۲۸۲۶**
۴	بریتانیا	۲۷۷۳	۴.۵۰۸۳۹۹	۴	سوئیس	۴۲۳.۹	۶.۲۸۶۳۶۷	۴	اسلوونی	۴۶.۰۸	**۲.۴۴۴۰۴**
۵	آلمان	۳۳۲۲	۴.۱۷۶۲۶۴	۵	دانمارک	۳۱۱.۹	۶.۰۹۲۰۰۴	۵	استونی	۲۱.۲۸	**۱.۸۹۰۵۶**
۶	فرانسه	۲۵۶۰	۳.۵۷۷۵۴۴	۶	کره جنوبی	۹۵۷.۱	۵.۵۰۳۷۷	۶	مجارستان	۱۳۸.۴	**۱.۲۶۸۳۶**
۷	ایتالیا	۲۱۰۵	۲.۰۵۰۸۴۳	۷	هلند	۷۶۸.۷	۴.۸۲۹۶۸۹	۷	چک	۱۷۵.۳	**۰.۸۴۸۵۱**
۸	اسپانیا	۱۴۳۹	۱.۶۳۸۵۱۹	۸	هنک کنگ	۲۰۶.۷	۴.۵۸۸۷۷۷	۸	اسلواکی	۷۴.۹۹	**۰.۴۰۸۹۳**
۹	روسیه	۱۲۸۶	-۰.۰۸۵۶۷	۹	ایرلند	۲۵۸.۶	۴.۳۵۱۱۰۸	۹	مالزی	۱۸۶.۵	**-۰.۱۵۷۳۸**
۱۰	برزیل	۱۳۱۴	-۲.۰۵۸۲۹	۱۰	استرالیا	۹۰۸.۸	۳.۹۴۸۲۱۸	۱۰	بلغارستان	۳۹.۶۱	**-۰.۸۷۳۰۴**
۱۱	چین	۳۲۵۱	-۲.۵۴۶۷۱	۱۱	اتریش	۳۷۳.۹	۳.۶۶۶۷۰۲	۱۱	رومانی	۱۶۶	**-۱.۵۰۳۹۹**
۱۲	هند	۱۰۹۹	-۴.۵۰۹۷۷	۱۲	بلژیک	۴۵۳.۶	۳.۴۹۹۴۵۴	۱۲	شیلی	۱۶۳.۸	**-۱.۵۰۷۵۵**
				۱۳	یونان	۳۱۴.۶	۰.۷۱۴۳۴۸	۱۳	کاستا ریکا	۲۶.۲۴	**-۱.۹۳۸۲۲**
				۱۴	پرتغال	۲۲۳.۳	۰.۵۵۸۴۵۷	۱۴	اردن	۱۶.۰۱	**-۱.۹۶۲۶۹**
				۱۵	لهستان	۴۲۰.۳	-۰.۰۰۹۷۲	۱۵	اروگوئه	۲۲.۹۵	**-۲.۲۲۸۷۳**
				۱۶	آرژانتین	۲۶۰	-۱.۲۴۱۳	۱۶	تونس	۳۵.۰۱	**-۲.۲۵۵۹۵**
				۱۷	تایلند	۲۴۵.۷	-۱.۲۷۹۷۱	۱۷	جامائیکا	۱۱.۲۱	**-۲.۳۲۹۵۳**
				۱۸	مکزیک	۸۹۳.۴	-۱.۷۶۶۵۹	۱۸	کلمبیا	۱۷۱.۶	**-۲.۴۴۱۸۸**
				۱۹	ونزوئلا	۲۳۶.۴	-۲.۰۴۴۵۴	۱۹	پاناما	۱۹.۷۴	**-۲.۴۴۲۵۵**
				۲۰	ایران	۲۹۴.۱	-۲.۲۳۳۰۳	۲۰	فیلیپین	۱۴۴.۱	**-۲.۸۴۱۰۸**
				۲۱	ترکیه	۶۶۳.۴	-۲.۴۶۱۱۲	۲۱	بولیوی	۱۳.۱۹	**-۳.۱۹۰۸۴**
				۲۲	آفریقا جنوبی	۲۸۲.۶	-۲.۵۵۵۸۴	۲۲	پرو	۱۰۹.۱	**-۳.۴۱۱۹۳**
				۲۳	اندونزی	۴۳۲.۹	-۴.۴۱۵۶۹	۲۳	مصر	۱۲۷.۹	**-۳.۴۵۳۰۷**
								۲۴	مراکش	۷۳.۴۳	**-۳.۶۰۶۶۵**
								۲۵	الجزایر	۱۳۱.۶	**-۳.۸۲۱۵۱**
								۲۶	ویتنام	۷۰.۰۲	**-۳.۸۴۰۳۷**
								۲۷	اکوادور	۴۴.۱۸	**-۳.۹۸۸۳**
								۲۸	کنیا	۲۹.۳	**-۴.۱۳۴۸۳**
								۲۹	سوریه	۳۷.۷۶	**-۴.۳۱۹۳۱**
								۳۰	گواتمالا	۳۳.۶۹	**-۴.۴۰۲۷۱**
								۳۱	سریلانکا	۳۰.۰۱	**-۴.۴۵۰۱۹**
								۳۲	نیکاراگوئه	۵.۷۲۳	**-۴.۶۲۷۸**
								۳۳	سنگال	۱۱.۱۲	**-۵.۱۸۷۰۲**
								۳۴	بنگلادش	۷۲.۴۲	**-۵.۳۵۵۲۳**
								۳۵	کامرون	۲۰.۶۵	**-۵.۴۰۸۸۷**

www.SID.ir

Archive of SID

در کشورهای با اقتصاد کوچک ۳۵ کشور قرار دارند. در این بین، سه کشور اول در این دسته یعنی سنگاپور، نیوزلند و رژیم اشغالگر قدس دارای توانمندی فناوری بالایی می باشند. همچنین کشورهای اسلوونی، استونی، مجارستان، چک و اسلواکی در زمره کشورهای نوآور دنباله رو در حوزه فناوری شناخته شده و توانمندی های فناوری قابل توجهی در برخی بخش ها دارند. در انتهای این دسته کشورهایی چون سنگال، بنگلادش و کامرون قرار می گیرند که کشورهایی عقب مانده در حوزه توانمندی های فناوری تلقی می شوند.

۶- بررسی وضعیت ایران در شاخص ترکیبی پـایش توانمندی فناوری ۲۰۰۹

در شاخص پایش توانمندی فناوری در سال ۲۰۰۹ ایران به جهت حجم تولید ناخالص داخلی در زمره کشورهای با اقتصاد متوسط قرار می‌گیرد. در میان ۲۳ کشور با اقتصاد متوسط که در گزارش مورد بررسی قرار گرفته است، ایران رتبه بیستم را در مجموع سه بعد مورد بررسی به دست آورده است. همچنین به تفکیک ابعاد، ایران رتبه بیستم را در زیرساخت توسعه فناوری و با نمره ۳.۳۳- به‌دست آورده است. با توجه به جایگاه و رتبه ایران در این بعد می‌توان وضعیت زیر ساخت های توسعه فناوری در ایران را در وضعیت متوسط قلمداد نمود. به طور کلی ایران در شاخص-های مرتبط با زیر ساخت توسعه فناوری حالتی انطباقی دارد و جهت توسعه بیشتر توانمندی های فناورانه خود نیازمند ارتقا زیر ساخت ها، چه در حوزه توانمندی های انسانی و چه در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات است. البته باید اشاره کرد که بعد مذکور در مجموع با جایگاه ایران در رتبه-بندی نهایی شاخص ترکیبی پایش جهانی توانمندی فناوری همخوانی دارد و با کشورهای همتراز ایران برابری می کند.

در بعد توانمندی نوآوری، ایران بهترین رتبه خود را در میان سایر ابعاد بدست آورده است که نمایانگر توانمندی کشور در ایجاد نوآوری های فناورانه تا قبل از مرحله تجاری سازی می باشد. ایران در این بعد با کسب نمره ۱.۳۱۴- رتبه شانزدهم را در میان کشورهای با اقتصاد متوسط بدست آورده است. وضعیت ایران در بعد توانمندی نوآورانه بیانگر شرایط نسبتاً مناسب ایران در این بعد نسبت به کشورهای همتراز خود چون ترکیه، آفریقای جنوبی، لهستان، آرژانتین و ونزوئلاست. همچنین ایران در صورت تقویت صادرات فناوری‌های پیشرفته خود که مستلزم طی فرآیند های مناسب تجاری‌سازی و ارتباطات متقابل با کشورهای دیگر است، ظرفیت زیادی در ارتقاء خود در بعد توانمندی های نوآورانه دارد.

در بعد کیفیت سرمایه‌گذاری، ایران با کسب نمره۰.۸۳- در رتبه انتهایی کشورهای با اقتصاد متوسط قرار گرفته است. وضعیت نامناسب ایران در این شاخص نمایانگر وضعیت نامناسب ایران در همکاری های بین المللی در حوزه فناوری است. در مورد اثرات سرمایه گذاری مستقیم رو به داخل در افزایش توانمندی نوآورانه، چنگ و لین (۲۰۰۴) معتقدند که سرمایه گذاری مستقیم رو به داخل در سه مسیر، توانمندی ها نوآورانه را افزایش می دهند[۳۵].

I. شرکت های داخلی می توانند در باره طراحی محصولات و فرآیند های جدید آگاهی کسب کنند و ایجاد نوآوری های جدید را تسریع ببخشند.
II. سرمایه‌گذاری مستقیم روبه داخل می تواند به شرکتهای محلی از طریق جریان مالی بازار کار، سرریز داشته باشد.
III. سرمایه گذاری مستقیم رو به داخل می تواند یک اثر نمایشی داشته باشد. همچنین دسترسی به محصولات خارجی در بازار داخلی می تواند خلاقیت شرکت های محلی عمومی را برای نوآوری ارتقا ببخشد.

با توجه به اثرات سرمایه گذاری مستقیم رو به داخل بر توانمندی نوآورانه که در بالا اشاره شد و با توجه به جایگاه ایران در حوزه توانمندی های فناورانه، مباحث مرتبط با سرمایه گذاری مستقیم رو به داخل جهت افزایش توانمندی-های نوآورانه کشور و جذب فناوری های پیشرفته و جدید حائز اهمیت می باشد. همچنین سرمایه گذاری های مستقیم رو به خارج نمایانگر وضعیت کشورها در ارتباطات فناورانه خود با سایر کشورها و صادرات و تجاری سازی فناوری های بومی می باشد که با توجه به جایگاه ایران در این بعد می توان ضعف عمده ایران را در توانمندی های فناورانه در مباحث مرتبط با ارتباطات بین المللی در حوزه تجارت فناوری و تجاری سازی دستاوردهای فناورانه دانست. مطمئناً

www.SID.ir

Archive of SID

با اتخاذ سیاست های مناسب علم و فناوری در این حوزه، می‌توان توانمندی های فناورانه کشور را ارتقا بخشید.

به طور کلی با توجه به نمره ۲.۲۳- و رتبه بیستم ایران در شاخص ترکیبی پایش توانمندی فناوری که حاصل نمرات بدست آمده در ابعاد با توجه به وزن های هر کدام می باشد، می توان گفت که ایران توانایی جهشی قابل توجه در توانمندی فناوری را داراست. البته این جهش در بستری از سیاست های مناسب جهت تقویت همه جنبه های توسعه توانمندی های فناوری به ویژه حوزه تجاری سازی و صادرات دستاوردهای فناورانه محقق می شود. جدول ۸ نمایانگر وضعیت ایران در شاخص پایش توانمندی فناوری در سال ۲۰۰۹ می باشد.

جدول ۸) وضعیت ایران در شاخص پایش توانمندی فناوری ۲۰۰۹

نمره و رتبه/شاخص و ابعاد	نمره	رتبه در میان کشورهای با اقتصاد متوسط
شاخص ترکیبی پایش جهانی توانمندی فناوری	۲.۲۳-	۲۰
بعد زیر ساخت توسعه فناوری	۳.۳۳-	۲۰
بعد توانمندی نوآوری	۱.۳۱۴-	۱۶
بعد کیفیت سرمایه گذاری	۰.۸۳-	۲۳

۷- نتیجه گیری

شاخص‌های ترکیبی در زمینه ارزیابی توانمندی فناوری می-تواند ارائه کننده تصویری کلی از وضعیت توانمندی فناوری کشورهای مختلف برای بررسی های دقیق تر و تخصصی تر باشد و به سیاست گذاران، بنگاهها و دانشمندان و تئوری پردازان کمک رساند. البته باید به این نکته توجه ویژه داشت که شاخص های ترکیبی دارای نقص‌هایی نیز هست که باید به آنها توجه ویژه نمود، که می توان از مهمترین آنها به موارد ذیل اشاره کرد:

I. محدودیت داده‌ها برای کشورهای مختلف به‌ویژه کشورهای درحال توسعه و کمتر توسعه یافته.
II. ارتباط منطقی بین تعداد کشورهای مورد بررسی و تعداد شاخص ها که موجبات حذف برخی کشورها و برخی شاخص ها را فراهم می سازد.
III. عدم توانایی در سنجش ابعاد بسیار متنوع از توانمندی فناوری به علت محدودیت های داده.
IV. عدم توانایی در سنجش کامل ابعاد ضمنی توانمندی فناوری به علت محدودیت‌های شاخص های کمی.

نتایج حاصل از شاخص پایش توانمندی فناوری برای اولین بار توسط انجمن مدیریت تکنولوژی ایران در قالب گزارش پایش جهانی توانمندی فناوری ۲۰۰۹ منتشر گردیده است. مطمئناً این شاخص نیز مانند سایر شاخص های ترکیبی در این حوزه نقص هایی دارد ولی آن چه در این شاخص ترکیبی جدید سعی شده است به آن توجه شود، اختصاص وزن های منطقی تر و بر اساس روش های آماری، توجه ویژه به کشورهای در حال توسعه، در نظر گرفتن زنجیره ایده تا بازار در توسعه فناوری و ارائه شاخصی ترکیبی و بین المللی برای اولین بار از طرف کشورهای در حال توسعه می باشد. این گزارش در کنار سایر مدل های بین المللی مرتبط با ارزیابی توانمندی فناوری می تواند منشا اثر در سیاست های علم و فناوری در تمامی کشورهای دنیا فارغ از میزان توسعه یافتگی آنها باشد. مطمئناً پرداخت بیشتر به بسترهای مفهومی، افزایش ابعاد مورد بررسی و ارتباط برقرار نمودن میان ابعاد فناوری و سایر ابعاد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی در تحقیقات آینده می تواند به غنای چنین گزارش هایی بیفزاید. همچنین امید است با افزایش همکاری های بین‌المللی در زمینه طراحی مدل های ارزیابی توانمندی فناوری و رفع محدودیت های داده‌ای به خصوص در کشورهای در حال توسعه و کمتر توسعه یافته مسیر ارزیابی های دقیق تر و برای کشورهای بیشتر در حوزه توانمندی فناوری فراهم شود.

سپاسگذاری

در اینجا لازم است از کمک های شایان هیأت مدیره انجمن مدیریت فناوری ایران که در تمام مسیر این پژوهش ملی و بین المللی همراه ما بودند، تشکر ویژه نماییم. همچنین از زحمات مهندس ناصر نوروزی و خانم‌ها مونا محمدی و

www.SID.ir

Archive of SID

صنم‌السادات فرنودی در جهت انجام هر چه بهتر این پژوهش تشکر ویژه می نماییم.

References منابع

[1]. Archibugi, D., Coco, A., 2004; "A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries"; *World Development*; 32(4), pp. 629-654.

[2]. Kim, L., 1997; *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*; Harvard Business School Press, Harvard.

[3]. Romijn, H., 1999; *Acquisition of Technological Capabilities in Small Firms in Developing Countries*; Macmillan Press, Basingstoke.

[4]. Lall, S., 1992; "Technological capabilities and industrialization"; *World Development* 20, 165–186.

[5]. Grossman, G.M., Helpman, E., 1991; *Innovation and Growth in the Global Economy*; The MIT Press, Cambridge, MA.

[6]. Coe, D., Helpman, E., 1995; " International R&D spillovers" *European Economic Review* 39, 859–887.

[7]. Arundel, A., Garrelfs, R., 1997; "Innovation measurement and policies"; European Commission, Brussels, *EIMS publication* no. 50.

[8]. Archibugi, D., Denni, M., Filippetti, A., 2009; "The technological capabilities of nations: The state of the art of synthetic indicators"; *Technological Forecasting & Social Change* 76, PP 917–931.

[9]. Iranian Association For Management Of Technology(IRAMOT), 2009; *World Technological Capability Monitoring (WTCM)*; Tehran; *www.iramot.ir*.

[10]. World Economic Froum(WEF)., 2008; *The Global Competitiveness Report 2008-2009*; Geneva, Printed and bound in Switzerland by *SRO-Kundig*.

[11]. World Economic Forum (WEF), 2001; *The Global Competitiveness Report*; Oxford University Press; New York.

[12]. United Nations Industrial Development Organization(UNIDO), 2002; *Industrial Development Report 2002–2003, Competing through Innovation and Learning*; Vienna, http://www.unido.org.

[13]. United Nations Industrial Development Organization(UNIDO). 2004; *Industrial Development Report 2004, Industrialization, Environment and the Millennium Development Goals in Sub-Saharan Africa,The new frontier in the fight against poverty*; http://www.unido.org.

[14]. United Nations Industrial Development Organization(UNIDO), 2009; *Industrial Development Report 2009, Breaking In and Moving Up: New Industrial Challenges for the Bottom Billion and the Middle-Income Countries*; http://www.unido.org.

[15]. United Nations Development Program (UNDP), 2001; *Human Development Report 2001, Making New Technologies Work for Human Development*; Oxford University Press; New York; http://www.undp.org.

[16]. World Bank institute, 2008; *Measuring Knowledge in the World Economies*; Washington, DC, www.worldbank.org.

[17]. World Bank institute, 2009; *Measuring Knowledge in the World Economies*; Washington, DC, www.worldbank.org.

[18]. Wagner, C.S., Brahmakulam, I.T., Brian, A., Jackson, A.,Wong,T.Y., 2001; "Science and Technology Collaboration: Building Capacity in Developing Countries"; *RAND Corporation, Washington DC, Document* No: MR-1357.0-WB.

[19]. World Bank, 2009; *World Development Indicator*; Washington, DC, http://www.worldbank.org.

[20]. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), 2008; *World Investment Report 2008: Transnational Corporations and the Infrastructure Challenge*; New York and Geneva.

[21]. Moon, H., Lee, J., 2005; "A fuzzy set theory approach to national composite S&T indices"; *Scientometrics* 64 (1),PP 67–83.

[22]. Chinaprayoon, C., 2007; "Science, Technology and Innovation Composite Indicators For Developing Countries"; Master Of Science In Public Policy In The School Of Public Policy, Georgia Institute Of Technology.

[23]. United Nations Development Program (UNDP), 2007; *Human Development Report*

www.SID.ir

2007-2008, Fighting climate change: human solidarity in a divided world; Palgrave Macmillan, Houndmills, http://www.undp.org.
[24]. Furman, J., Porter, M., Stern, S., 2002; "The Determinants of National Innovative Capacity" *Research Policy*, pp 899 – 933.
[25]. Porter, M., Stern, S., 2000; "Measuring the 'Ideas' Production Function: Evidence from International Patent Output"; *NBER Working Paper* No. 7891. Massachusetts: National Bureau of Economic Research.
[26]. Ulku, H., 2004; "R&D, Innovation, and Economic Growth: an Empirical Analysis"; *IMF Working Paper*. International Monetary Fund.
[27]. U.S. Patent And Trademark Office (USPTO), 2008; *Extended Year Set - Historic Patents By Country, State, and Year Utility Patents*; Washington DC, Retrieved from http://www.uspto.gov on September 2009.
[28]. Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., 2005; *Tools for Composite Indicator building*; European commission; Itlay, http://farmweb.jrc.cec.eu.int/ci/bibliography.htm.
[29]. OECD, 2008; *Handbook on Constructing composite Indicators: Methodology and user Guide*, www.oecd.org/publishing/corrigenda.
[30]. Kline, p., 2000; *An Easy Guide to Factor analysis*; Routledge, canada.
[31]. Kline, P., 1994; *An easy guide to factor analysis.* Roudedge; London.
[32]. Kaiser, H.F., 1958; "The Varimax Criterion For Analytic Rotation In Factor Analysis"; *Psychometrika* 23, pp 187-200.
[33]. Norusis. M.J., 1986; *The SPSS Guide to Data Analysis*. Rush-Presbyterian-St Luke Medical Centre U.S.A.
[34]. De Vaus, D., (2002). *Surveys in social research*, Routledge, Australia.
[35]. Cheung, K; Lin, P. 2004; "Spillover effects of FDI on innovation in China: Evidence from the Provincial Data"; *China Economic Review* 15,pp 25 – 44.

www.SID.ir