توسعه کارآفرینی، دورهٔ ۷، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۳، از ص ۱۶ – ۱

رتبه‌بندی کشورهای منتخب در خصوص بهبود ظرفیت ملی نوآوری با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها

نظام‌الدین فقیه[۱]، کاظم عسکری‌فر[۲*]

۱. استاد بخش مدیریت، دانشگاه شیراز

۲. دانشجوی دکتری مدیریت سیستم‌ها، دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۲۱

تاریخ تصویب: ۹۳/۰۲/۲۷

چکیده

هر کشوری می‌تواند با ایجاد زیرساخت‌های مناسب و بهبود فضای ملی فرایند نوآوری را مؤثر و بهینه کند. هدف اصلی این تحقیق رتبه‌بندی کشورهای منتخب بر اساس عوامل ورودی و خروجی سیستم نوآوری کشورها در سطح ملی است. از بعد روش‌شناختی، در این تحقیق بر اساس نظر خبرگان و تحلیل آماری یازده متغیر از بین بیست متغیر جمعیتی، تحقیق و توسعه و فضای کسب و کار به عنوان ورودی و تعداد ثبت اختراعات در ادارهٔ ثبت اختراعات امریکا به عنوان خروجی انتخاب شده‌است. داده‌های ورودی از گزارش‌های منتشرشدهٔ نهادهای بین‌المللی از جمله بانک جهانی و بنیاد هریتیج گردآوری شده‌اند؛ سپس رتبهٔ ۵۷ کشور منتخب بر اساس کارایی حاصل از تحلیل پوششی داده‌ها در سه الگوی CCR ورودی محور، BCC خروجی محور و جمعی تعیین شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که الگوی جمعی با منظورکردن همزمان ورودی و خروجی نتایج مناسب‌تری نسبت به دو الگوی دیگر داده است. رتبه‌های بالای تحلیل به کشورهای توسعه‌یافته با زیرساخت‌ها و اختراعات ثبت‌شدهٔ مناسب مربوط بوده است، در حالی که کشورهای توسعه‌نیافته و در حال توسعه با رتبه‌های پایین‌تر در ظرفیت ملی نوآوری، زیرساخت‌ها یا نتایج ضعیفی داشته‌اند؛ همچنین متغیرهای مربوط به بودجه و تعداد محققان حرفه‌ای تحقیق و توسعه در بخش‌های دولتی و خصوصی اهمیت نسبی بالاتری در بهبود ظرفیت ملی نوآوری کشورها دارند که می‌تواند در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌های خرد و کلان مدنظر باشد.

واژه‌های کلیدی: تحقیق و توسعه، تحلیل پوششی داده‌ها، رتبه‌بندی، ظرفیت ملی نوآوری، فضای کسب‌وکار

* نویسندهٔ مسئول: Askarifar_km@yahoo.com

مقدمه

در دنیای امروز، چالش‌های رقابت به‌ویژه در کشورهای توسعه‌یافته تغییر کرده و تمرکز بر تغییر ساختار، کاهش هزینه و بالابردن کیفیت جای خود را به نوآوری تجاری داده است. در این فضا، سازمان موفق بر گسترش مرزهای تکنولوژی سرمایه‌گذاری می‌کند به شکلی که رقبا را پشت سرگذاشته و تا مدتی پیشتاز بازار باشد (Furman et al., 2002). با این وجود موفقیت پروژه‌های نوآوری در کشورهای مختلف متفاوت است. پورتر در سال ۱۹۹۰ نشان داد که موقعیت جغرافیایی کشورها یا به عبارت بهتر ظرفیت ملی نوآوری کشورها در سطح نوآوری افراد و سازمان‌های آن کشور تأثیر بسزایی دارد. در ادبیات نوآوری، مقایسهٔ عملکرد نوآوری بر پویایی و ساختار نظام نوآوری کشورها متمرکز است (Li, 2009). مدل‌های مختلفی برای سنجش ظرفیت نوآوری در سطوح کلان و خرد ارائه شده و نتایج هریک به نوبهٔ خود در توسعهٔ مفهوم ظرفیت ملی نوآوری سهیم بوده‌اند.

کالانکیس کوستاس در سال ۲۰۰۶ نوآوری را از دیدگاه سیستمی بررسی کرد و مدل مفهومی را برای سیستم نوآوری در یک سازمان ارائه داد. در این سیستم، نوآوری محصول سیستمی از عناصر مختلف است که با ورودی‌های مشخص و پس از طی‌کردن فرایندهای داخلی سیستم به عنوان خروجی پدیدار می‌شود (Galanakis, 2006)؛ اما تعیین و سپس اندازه‌گیری ورودی‌ها و خروجی‌های نوآوری همواره یکی از مشکلات اصلی در سنجش نوآوری در سطح خرد و کلان بوده‌است (Furman et al., 2002). از سویی، در سطح کلان و ملی استخراج فرایندهای نوآوری نیز با توجه به پیچیدگی روابط بین عناصر سیستم و شفاف‌نبودن ساختار آن امری بسیار مشکل است. به همین دلیل در مطالعات مرتبط سعی بر این بوده است که به تناسب هدف، از مدل‌های مناسب و بر پایهٔ داده‌های مطمئن عملکرد سیستم‌های نوآوری سنجیده شود. یکی از روش‌های کاربردی در ارزیابی و سنجش عملکرد سیستم‌های مختلف تحلیل پوششی داده‌ها[1]ست که با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی سیستم‌های مختلف در یک فضای کاری به رتبه‌بندی آن‌ها می‌پردازد. از آنجا که تحلیل پوششی داده‌ها روشی غیر پارامتری است و می‌تواند بدون نیاز به شناخت فرایندهای درون سیستم و بر اساس داده‌های ورودی و خروجی ارزیابی را انجام دهد، به

1. Data Envelopment Analysis (DEA)

صورت مدلی مناسب در این تحقیق استفاده شده است. در این مطالعه، که با هدف رتبه‌بندی کشورهای منتخب از جنبهٔ نوآوری انجام شده است، کارایی حاصل از مدل تحلیل پوششی داده‌ها مبنای رتبه‌بندی بوده است.

مبانی نظری و پیشینهٔ تحقیق

فارمن و همکارانش در سال ۲۰۰۲ مطالعه‌ای با عنوان "ظرفیت ملی نوآوری" انجام دادند و در آن مدلی برای ارزیابی ظرفیت ملی نوآوری ارائه کردند؛ بنابر عقیدهٔ محققان ظرفیت ملی نوآوری پتانسیل‌های سیاسی و اقتصادی یک کشور در ایجاد جریان تجاری نوآوری است. چهارچوب سنجش ظرفیت ملی نوآوری باید عواملی را مشخص کند که باعث توانمندی یک منطقه برای نوآوری است. در مدل ارائه‌شده، سه عامل کلی زیرساخت‌ها، خوشه‌ها و ارتباط بین زیرساخت‌ها و خوشه‌ها مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ظرفیت ملی نوآوری با استفاده از روش‌های آماری شناخته شده‌اند. خروجی، که در این مطالعه معیار نوآوری کشورها در نظر گرفته شده است، تعداد اختراعات ثبت‌شده در مرکز ثبت اختراعات امریکاست. از نتایج مهم مطالعهٔ فارمن این است که این سه عامل تأثیر شایان توجهی بر نوآوری دارند و نوآوری نیز تأثیر مثبت معناداری بر تولید ناخالص داخلی کشورها دارد (Furman et al., 2002).

مدیریت دانش یکی از زیرساخت‌های توسعهٔ دانش، خلاقیت و نوآوری شناخته شده است و در مدلی که پن وی‌لی در سال ۲۰۱۲ ارائه داده است یکی از شاخص‌های ارزیابی ظرفیت منطقه‌ای نوآوری در نظر گرفته شده است (Wei-Li and Cai-Jie, 2012). بازنگری در سیاست‌های علم و تکنولوژی چین در بهبود ظرفیت ملی نوآوری این کشور از نتایج تحقیقی است که در سال ۲۰۰۷ ژونگ وی و همکارش انجام دادند (Xiwei and Xiangdong, 2007). در سال ۲۰۰۸، یان فاگربرگ و مارتین سرولک تأثیر سیستم‌های نوآوری بر توسعهٔ اقتصادی را بررسی کردند. در این مطالعه، که ۲۵ شاخص مختلف در سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۴ در بین ۱۱۵ کشور بررسی شده است، محققان قابلیت‌های توسعهٔ یک کشور را شامل ابعاد توسعهٔ سیستم‌های نوآوری، کیفیت حاکمیت شرکتی، ویژگی‌های سیستم سیاسی و میزان بازبودن فضای اقتصادی می‌دانند. فرومن و همکاران در سال ۲۰۰۲ عوامل ظرفیت ملی نوآوری را ورودی‌های این سیستم از قبیل نیروی انسانی با کیفیت، زیرساخت‌های تحقیقاتی، اطلاعات با کیفیت و تأمین سرمایه‌های مخاطره‌پذیر بیان می‌کنند. رقبا،

صنایع قوی و تقاضای مؤثر از دیگر عواملی هستند که در خوشه‌های نوآوری ایفای نقش می‌کنند (Fagerberge and Srholec, 2008).

نیکا موروویچ و ایگور پرودان در سال ۲۰۰۹ تأثیر ظرفیت جذبی سازمانی را بر نوآوری با استفاده از مدل مقایسهٔ بین کشورها بررسی کردند. نکتهٔ شایان توجه در این مطالعه تأثیر تحقیق و توسعه، آموزش پرسنل، همکاری نوآوری و رویکرد تغییر بر دو عامل کشش تقاضا و فشار علم در کشورهای مختلف تأثیر دارند. در این تحقیق، یکی از راه‌های توسعهٔ سیاست‌های نوآوری توجه به ظرفیت جذبی سازمان‌ها عنوان شده است (Murovec and Prodan, 2009). در مطالعهٔ ژیائولان فو و همکارش در سال ۲۰۰۹، با استفاده از رویکرد مرز تصادفی شکاف بین تعداد ثبت اختراعات ۲۱ کشور عضو OECD در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۲ بررسی شده است. در این مطالعه، با مقایسهٔ کشورهای مورد مطالعه و خروجی ثبت اختراعات آن‌ها، دانشگاه‌ها و مؤسسات یکی از عناصر مهم در کارایی ثبت اختراعات کشورها مطرح شده‌اند (Fu and Yang, 2009). ژیبائو لی در سال ۲۰۰۹ با استفاده از مدل مرزی تصادفی[1] نواحی مختلف کشور چین را از بعد نوآوری بررسی کرده است. وی نشان داده است که عملکرد واحدهای تحقیق و توسعه، محیط نوآوری صنایع و پشتیبانی دولت در مناطق مختلف باعث شده است که بین مناطق مختلف کشور چین، سطح نوآوری تفاوت معناداری داشته باشد (Li, 2009).

سورین کرامر در سال ۲۰۰۹ با استفاده از سوابق داده‌های شانزده کشور اروپای شرقی در بنیاد هریتیج[2] محرک‌های نوآوری در این اقتصادها را بررسی کرده است. نتایج بیانگر این بود که اهمیت شایان توجه دانشگاه‌ها، تعهد به تحقیق و توسعه در بخش دولتی و خصوصی، حق مالکیت معنوی و میل به استفاده از اختراعات ثبت‌شده از مهم‌ترین عوامل توسعهٔ نوآوری در این کشورهاست (Krammer, 2009). یکی دیگر از این مطالعات را در سال ۲۰۱۰ لین و همکارانش در تایوان انجام دادند که در آن با مقایسهٔ دو کشور جزیره‌ای ایرلند و تایوان عملکرد سیاست‌های ملی نوآوری ارزیابی شده است. ایشان در این مطالعه تفاوت سیاست‌های از بالا به پایین نوآوری در تایوان و سیاست‌های نوآوری از پایین به بالا در ایرلند را یکی از دلایل اصلی تفاوت عملکرد نظام ملی نوآوری در این دو کشور دانسته‌اند (Grace et al., 2010).

1. Stochastic Frontier Model
2. Heritage Foundation

در سال ۲۰۱۰، مطالعه‌ای با هدف تعیین شاخص‌های نوآوری در سیستم نوآوری صنایع کشور تایلند انجام شد. در این مطالعه، شاخص قابلیت نوآوری ملی در پنج سطح قابلیت نوآوری سازمانی، قابلیت نوآوری محصول، قابلیت نوآوری فرایند، قابلیت نوآوری خدمات و قابلیت نوآوری بازاریابی تعریف شده است. در انتها، با استفاده از داده‌های سال ۲۰۰۷ این شاخص برای کشور تایلند محاسبه شده است (Wonglimpiyarat, 2010). توسعهٔ استراتژی‌های بهبود ظرفیت ملی نوآوری نقش مهمی در رشد سریع اقتصادی دارد. مطالعهٔ رشد اقتصادی سریع کشور چین از سال ۱۹۹۹ تا کنون مؤید این مطلب است (Sun and Liu, 2010).

همچنین، تأثیر بحران اقتصادی اخیری که بر دنیا حاکم است بر ظرفیت نوآوری کشورها در بخش‌هایی از قبیل سرمایه‌گذاری و تقاضای نوآوری در مطالعهٔ دانشگاه لندن بررسی شده است. با وجود تأثیر بحران بر رشد فعالیت‌های نوآورانهٔ کشورها، به‌ویژه در اروپا، کیفیت منابع انسانی، تخصص‌گرایی در بخش فناوری همراه با توسعهٔ سیستم‌های مالی از عواملی هستند که می‌توانند تأثیر بحران بر نوآوری را کاهش دهند (Filippetti and Archibugi, 2011). جدیدترین مطالعه‌ای که در زمینهٔ سنجش ظرفیت ملی نوآوری انجام شده است مطالعه‌ای در دانشگاه عالی پکن در سال ۲۰۱۲ است. در این تحقیق، کارایی نسبی سیستم‌های ملی نوآوری بررسی شده است؛ همچنین شبکهٔ نوآوری به دو زیرشبکهٔ تولید دانش و تجاری‌کردن دانش تفکیک شده و سپس با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها کارایی سیستم‌های ملی نوآوری سنجیده شده است. داده‌های این مدل‌سازی به ۲۲ کشور عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه[1] مربوط بوده است. از نتایج مهم این مطالعه این است که سیاست‌های عمومی کشورها تأثیر چشمگیری بر ظرفیت ملی نوآوری کشورها دارد (Guan and Chen, 2012).

روش‌شناسی تحقیق

در این مطالعه، مدل کمّی تحلیل پوششی داده‌ها مبنای سنجش ظرفیت ملی نوآوری و رتبه‌بندی کشورهای منتخب در نظر گرفته شده است. تعیین کشورها بر اساس انتخاب تصادفی گروهی در دو گروه کشورهای عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی با ۳۴ کشور و سایر

1. Organization of Economic Co-operation and Development (OECD)

کشورهای عضو سازمان ملل متحد با ۱۶۳ کشور[۱] انجام شده است که ۳۰ کشور از گروه اول و ۲۶ کشور از گروه دوم به همراه کشور ایران برای مطالعه انتخاب شده‌اند. بر اساس مطالعات انجام‌شده و نظرات شانزده نفر از خبرگان و پژوهشگران دانشگاهی در رشته‌های مدیریت و اقتصاد بیست متغیر تأثیرگذار بر ظرفیت ملی نوآوری تعیین شده‌اند. با استفاده از روش حداقل مجذورات میزان همبستگی هریک از این متغیرها با متغیر خروجی تعیین و از بین آن‌ها در مجموع یازده متغیر بر اساس سطح معناداری به عنوان متغیر ورودی در سه بخش متغیرهای فضای کسب‌وکار، انسانی و تحقیق و توسعهٔ مدل انتخاب شده است.

داده‌های متغیر ورودی مدل در بخش فضای کسب‌وکار از بانک اطلاعاتی بنیاد هریتیج[۲] و سایر داده‌ها از گزارش‌های بانک جهانی استخراج شده است. داده‌ها بر اساس آخرین مقطع زمانی داده‌های در دسترس مربوط به سال ۲۰۰۶ بوده است.

با وجود تعاریف متعدد از نوآوری (Baregheh et al., 2009)، لزوم استفاده از داده‌های مستند موجب شد که متغیر خروجی نوآوری در این تحقیق، تعداد اختراعات ثبت‌شدهٔ کشورها در ادارهٔ ثبت اختراعات و نشان‌های تجاری امریکا[۳] انتخاب شوند.

در تحلیل پوششی داده‌ها، الگوهای CCR ورودی‌محور[۴]، BCC خروجی‌محور[۵]، الگوی جمعی[۶] با استفاده از نرم‌افزار فرانتیر ۲۰۰۷[۷] به منظور تعیین کارایی نوآوری و رتبه‌بندی کشورها به عنوان واحدهای تصمیم‌گیری[۸] بررسی شده‌اند. بر اساس پیشنهاد چارنز و کوپر، حداقل تعداد واحدهای تصمیم‌گیری باید سه برابر مجموع تعداد متغیرهای ورودی و خروجی مدل باشد ($N_{DMU's} \geq ۳\times(N_I + N_O)$) که در این مدل نیز این رابطه برقرار است (یعنی: $(N_{DMU's} = ۵۷) \geq ۳\times(۱۱+۱)$). فرم کلی الگوی CCR ورودی‌محور و BCC خروجی‌محور مورد استفاده به صورت زیر است:

---

۱. بر اساس آخرین فهرست کشورهای عضو، سال ۲۰۱۱.

2. Heritage Foundation
3. United States Patent and Trademark Office (USPTO)
4. Input Oriented CCR
5. Output Oriented BCC
6. Slack Based
7. Frontier 2007, Licensed For Management Department, Shiraz University.
8. Decision Making Unit (DMU)

$$\begin{array}{ll} \underline{Output\ Oriented\ BCC} & \underline{Input\ Oriented\ CCR} \\ Max\ Z_{\cdot} = \sum_{i=1}^{11} v_i x_{i\cdot} + w & Max\ Z_{\cdot} = uy_{\cdot} \\ S.t.: uy_j = 1 & S.t.: \sum_{i=1}^{11} v_i x_{i\cdot} = 1 \\ \sum_{i=1}^{11} v_i x_{i\cdot} - uy_j + w \geq 0 & uy_j - \sum_{i=1}^{11} v_i x_{ij} \leq 0 \quad (j = 1,2,...,57) \\ u, v_i \geq 0, w: Urs & u, v_i \geq 0 \\ (i = 1,2,...,11) & (i = 1,2,...,11) \end{array} \qquad (1)$$

برای هر کشور الگوی جمعی نیز با درنظرگرفتن همزمان کاهش ورودی و افزایش خروجی به صورت زیر بررسی شده است:

$$\begin{array}{l} \underline{Slack - Based\ Model} \\ Max\ y_{\cdot} = yu - \sum_{i=1}^{11} v_i x_{i\cdot} + w \\ S.t.: uy_j - \sum_{i=1}^{11} v_i x_{i\cdot} + w \leq 0 \quad (j = 1,2,...,57) \\ u \geq 1 \\ \sum_{i=1}^{11} v_i \geq \\ u, v_i \geq 0, w: Urs \quad (i = 1,2,...,11) \end{array} \qquad (2)$$

که در آن‌ها u وزن متغیر خروجی، y_j متغیر خروجی واحد تصمیم‌گیری j ($y_{\cdot}$: متغیر خروجی واحد تصمیم‌گیری)، v_{ij} وزن iاُمین متغیر ورودی از واحد j اُم (تعداد ۵۷ واحد و یازده متغیر ورودی در مدل وجود دارد)، x_{ij} مقدار iاُمین متغیر ورودی از واحد j اُم ($x_{i\cdot}$: مقدار iاُمین متغیر ورودی از واحد تصمیم‌گیری) و w متغیر آزاد در علامت برای تعیین تأثیر بازده نسبت به مقیاس است (مهرگان، ۱۳۹۱).

یافته‌ها

برای تعیین متغیرهای ورودی کل متغیرها در سه گروه اصلی متغیرهای فضای کسب‌وکار و سرمایه‌های انسانی و تحقیق و توسعه با استفاده از روش حداقل مجذورات، میزان ارتباط هریک از این متغیرها با متغیر خروجی تعیین و از بین آن‌ها در مجموع یازده متغیر بر اساس

کمینهٔ p-value در سطح معناداری ۹۵ درصد به عنوان متغیرهای ورودی مدل انتخاب شدند. نتایج این مرحله در جدول ۱ آورده شده است.

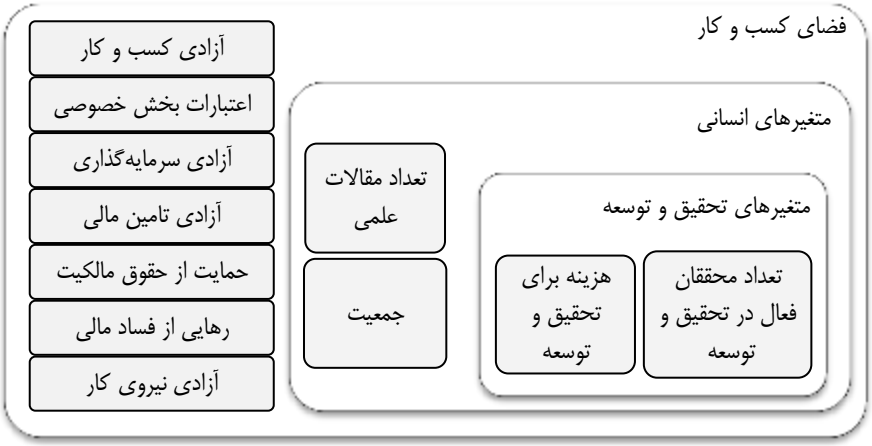
جدول ۱. عوامل بررسی‌شده برای تعیین متغیرهای مؤثر بر ظرفیت ملی نوآوری

ردیف	متغیر	تعدادنمونه	آماره t	r^2_{adj}	p-Value	نتیجهٔانتخاب
۱	جمعیت	۲۱۵	۲/۵۵۶	۰/۰۲۵	۰/۰۱۱	بلی
۲	هزینه‌کرد دولت برای هر دانشجو	۷۵	−۰/۴۹۳	−۰/۰۱۰	۰/۶۲۳	خیر
۳	مقالات علمی و فنی	۱۸۶	۳۴/۰۴۰	۰/۸۶۲	۰/۰۰۰	بلی
۴	هزینهٔ آموزش	۱۰۶	۰/۲۸۳	−۰/۰۰۹	۰/۷۷۷	خیر
۴	هزینهٔ بخش عمومی برای آموزش	۸۸	−۰/۹۲۳	−۰/۰۰۲	۰/۳۵۸	خیر
۵	اعتبارات بخش خصوصی	۱۷۹	۴/۵۶۶	۰/۱	۰/۰۰۰	بلی
۶	هزینه‌کرد برای تحقیق و توسعه	۷۸	۳/۱۰۲	۰/۱۰۱	۰/۰۰۳	بلی
۷	محققان فعال در تحقیق و توسعه	۶۳	۲/۲۰۱	۰/۰۵۸	۰/۰۳۲	بلی
۸	تکنسین‌های فعال در تحقیق و توسعه	۴۹	۰/۵۸۲	−۰/۰۱۴	۰/۵۶۴	خیر
۹	مراحل شروع کسب‌وکار	۱۷۸	−۱/۳۷۹	۰/۰۰۵	۰/۱۷۰	خیر
۱۰	زمان شروع کسب‌وکار	۱۷۸	−۰/۹۵۲	−۰/۰۰۱	۰/۳۴۲	خیر
۱۱	آزادی کسب‌وکار[1]	۱۵۳	۲/۶۶۵	۰/۰۳۹	۰/۰۰۹	بلی
۱۲	آزادی تجارت[2]	۱۵۳	۱/۵۳۱	۰/۰۰۹	۰/۱۲۸	خیر
۱۳	آزادی مالیاتی[3]	۱۵۳	−۰/۷۲۳	−۰/۰۰۳	۰/۴۷۱	خیر
۱۴	اندازهٔ دولت[4]	۱۵۳	−۰/۷۵۱	−۰/۰۰۳	۰/۴۵۴	خیر
۱۵	آزادی پولی[5]	۱۵۳	۱/۳۱۵	۰/۰۰۵	۰/۱۹۱	خیر
۱۶	آزادی سرمایه‌گذاری[6]	۱۵۳	۱/۸۰۰	۰/۰۱۵	۰/۰۷۴	بلی
۱۷	آزادی تأمین مالی[7]	۱۵۳	۱/۷۷۸	۰/۰۱۴	۰/۰۷۷	بلی
۱۸	حمایت از حقوق مالکیت[8]	۱۵۳	۲/۷۱۸	۰/۰۴۰	۰/۰۰۷	بلی
۱۹	رهایی از فساد مالی[9]	۱۵۳	۲/۵۷۶	۰/۰۳۶	۰/۰۱۱	بلی
۲۰	آزادی نیروی کار[10]	۱۵۳	۲/۷۹۰	۰/۰۴۳	۰/۰۰۶	بلی

مأخذ: نتایج تحلیل آماری

1. Business freedom
2. Trade Freedom
3. Fiscal Freedom
4. Government Spending
5. Monetary Freedom
6. Investment Freedom
7. Financial Freedom
8. Property Rights
9. Freedom from Corruption
10. Labor Freedom

از بین متغیرهای جدول ۱، متغیرهایی که در میزان خروجی و یا به عبارت دیگر در ظرفیت ملی نوآوری تاثیر معناداری دارند، در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. متغیرهای مؤثر بر ظرفیت ملی نوآوری

با حل سه الگوی تحلیل پوششی داده‌ها و محاسبهٔ کارایی نوآوری هر کشور (پیوست)، رتبه‌های حاصل از حل سه الگو برای ۵۷ کشور تعیین شده است. این رتبه‌بندی در جدول ۲ آورده شده است.

بررسی نتایج سه الگوی CCR ورودی‌محور، BCC خروجی‌محور و جمعی نشان می‌دهد که عملکرد نوآوری در کشورها متأثر از هر دو وجه ورودی و خروجی است. در الگوی CCR ورودی‌محور، مبنای تعیین کارایی خروجی کشورهاست و ورودی‌ها معادل واحد در نظر گرفته می‌شوند. ثبت‌نشدن همهٔ داده‌های ورودی برخی از کشورها در USPTO می‌تواند دلیل رتبهٔ پایین برخی کشورها در نتایج الگوی CCR ورودی‌محور باشد. در مدل BCC خروجی‌محور هم که بازده نسبت به مقیاس را منظور می‌کند، مبنای تعیین کارایی، ورودی‌های سیستم نوآوری کشورهاست. بهبود رتبهٔ شایان توجه کشورهایی مانند نروژ، یونان، اسلواکی، بلغارستان و ترکیه در الگوی BCC نسبت به الگوی CCR نشان می‌دهد که خروجی‌های

دول ۲. رتبه‌بندی کشورها بر اساس نتایج الگوهای تحلیل پوششی داده‌ها

کشور	CCR ورودی‌محور	BCC خروجی‌محور	الگوی جمعی	کشور	CCR ورودی‌محور	BCC خروجی‌محور	الگوی جمعی
ایالات متحده	۱	۱	۱	کلمبیا	۴۱	۳۰	۴۰
ژاپن	۲	۲	۲	پرتقال	۴۴	۳۱	۳۴
لوگزامبورگ	۳	۳	۲۸	رومانی	۴۲	۳۲	۳۸
نروژ	۱۹	۴	۱۹	یونان	۴۶	۳۳	۳۳
فنلاند	۴	۵	۱۲	اسلواکی	۴۸	۳۴	۴۲
آلمان	۷	۶	۳	بلغارستان	۴۹	۳۵	۴۳
کرهٔ جنوبی	۵	۷	۴	ترکیه	۵۰	۳۶	۳۵
سوئد	۶	۸	۱۱	ایسلند	۱۲	۳۷	۳۱
سنگاپور	۹	۹	۱۷	مالتا	۲۰	۳۸	۵۰
کانادا	۸	۱۰	۶	اکوادور	۲۲	۳۹	۴۴
مالزی	۱۴	۱۱	۲۳	گواتمالا	۲۴	۴۰	۵۱
دانمارک	۱۱	۱۲	۱۶	قبرس	۲۶	۴۱	۴۱
هلند	۱۰	۱۳	۱۰	کویت	۲۷	۴۲	۳۹
اتریش	۱۳	۱۴	۹	چین	۲۸	۴۳	۱۳
بلژیک	۱۶	۱۵	۱۴	اسلوونی	۲۹	۴۴	۳۲
استرالیا	۱۵	۱۶	۹	سریلانکا	۳۰	۴۵	۴۶
فرانسه	۱۸	۱۷	۷	کرواسی	۳۷	۴۶	۳۶
بریتانیا	۱۷	۱۸	۵	اوکراین	۳۹	۴۷	۳۰
ایرلند	۲۱	۱۹	۲۰	آرژانتین	۴۰	۴۸	۲۷
ایتالیا	۲۳	۲۰	۸	مراکش	۴۳	۴۹	۴۵
آفریقای جنوبی جنوب	۲۵	۲۱	۲۴	استونی	۴۵	۵۰	۴۷
روسیه	۳۶	۲۲	۲۱	ایران	۵۱	۵۱	۴۸
مکزیک	۳۲	۲۳	۲۵	بوسنی‌وهرزگوین	۵۲	۵۲	۵۳
لتونی	۳۴	۲۴	۴۹	چک	۵۳	۵۳	۵۲
اسپانیا	۳۵	۲۵	۱۸	مقدونیه	۵۴	۵۴	۵۴
مجارستان	۳۱	۲۶	۲۶	ماداگاسکار	۵۵	۵۵	۵۵
لهستان	۴۷	۲۷	۲۹	مولداوی	۵۶	۵۶	۵۶
لیتوانی	۳۳	۲۸	۳۷	موزامبیک	۵۷	۵۷	۵۷
برزیل	۳۸	۲۹	۲۲				

منبع: نتایج تحقیق

نوآوری در این کشورها بهتر از ورودی‌های آن بوده است؛ در عوض، رتبهٔ کشورهایی مانند ایسلند، مالتا، اکوادور، قبرس، کویت، چین، اسلوونی و سریلانکا در مدل BCC خروجی‌محور افت زیادی نسبت به مدل CCR ورودی‌محور دارند. به نظر می‌رسد در این کشورها نتایج نوآوری ثبت‌شده در USPTO نمی‌تواند ملاک مناسبی در تعیین نوآوری این کشورها باشد یا سیستم نوآوری در این کشورها به طور نسبی ضعف عمده‌ای در نتیجه‌گیری دارد.

در الگوی جمعی، خروجی و ورودی‌های سیستم به طور همزمان ملاک تعیین کارایی هستند. مقایسهٔ رتبهٔ کارایی کشورها نشان می‌دهد که کشورهای ایالات متحده و ژاپن در هر سه مدل وضعیت یکسانی دارند. کشورهای انتهای جدول نیز در هر سه مدل جایگاه مشابهی دارند؛ اما در الگوی جمعی کشورهای آلمان، کرهٔ جنوبی، بریتانیا، کانادا، فرانسه و ایتالیا رتبه‌های بهتری نسبت به دو الگوی دیگر پیدا کرده‌اند. در عوض، رتبهٔ کشورهایی مانند لوکزامبورگ، نروژ، فنلاند، سنگاپور، مالزی، لتونی و لیتوانی در الگوی جمعی به طور چشمگیری کمتر از رتبهٔ کسب‌شده در دو الگوی دیگر است. به نظر می‌رسد نسبت خروجی به ورودی‌های سیستم نوآوری کشورها در مدل جمعی می‌تواند به نوعی بهره‌وری این سیستم را نشان دهد. فهرست کشورهای صدر رتبه‌بندی در مدل جمعی مربوط به کشورهایی است که توانسته‌اند ضمن فراهم‌کردن زیرساخت‌های مناسب نوآوری، دستاوردهای پذیرفته‌ای نیز از این زیرساخت‌ها داشته باشند.

یکی از نتایج شایان تأمل در جدول ۲ این است که صرف نظر از کشورهایی که کارایی آن‌ها صفر شده‌است، کشورهایی مانند ایران، استونی، مراکش، آرژانتین و اوکراین، که در مدل CCR ورودی‌محور در رده‌های پایین جدول قرار می‌گیرند، در مدل BCC روی مرز کارا قرار گرفته‌اند و کارایی معادل یک دارند. یکی از دلایل این موضوع می‌تواند تفاوت مبنای تعیین کارایی بر اساس ورودی و خروجی در دو الگو باشد. همین موضوع می‌تواند تا حدی مشابهت رفتاری این کشورها را در ثبت نتایج نوآوری در USPTO نشان دهد.

در همهٔ این الگوها، تخصیص منابع تحقیق و توسعه و تعداد محققان فعال و حرفه‌ای در تحقیق و توسعه دو عامل ورودی مهم در بهبود ظرفیت ملی نوآوری کشورها محسوب می‌شود. مقایسهٔ موردی ورودی بودجهٔ تحقیق و توسعه نشان می‌دهد ژاپن با بیش از ۴۳۶۲

میلیارد دلار تولید ناخالص داخلی، ۳/۴ درصد و ایالات متحده نیز با ۱۳,۳۶۶ میلیارد دلار تولید ناخالص داخلی، ۲/۶۵ درصد از آن را در تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری می‌کند که نسبت به سایر کشورها بسیار شایان توجه است؛ در عوض برای نمونه کشور ایران، که در محدودهٔ ۴۸ تا ۵۱ بین این ۵۷ کشور قرار گرفته است، در سال ۲۰۰۶ کمتر از ۰/۷ درصد تولید ناخالص داخلی ۲۲۲ میلیارد دلاری خود را به تحقیق و توسعه اختصاص داده است. از طرفی، تعداد محققان فعال و حرفه‌ای در تحقیق و توسعهٔ کشور امریکا بیش از ۱,۳۹۲,۸۷۲ نفر و در کشور ژاپن بیش از ۷۱۱,۸۳۳ نفر گزارش شده است که در مقایسه با کشور ایران با ۴۹,۳۸۰ نفر یا کشور ترکیه با ۴۰,۸۷۲ نفر می‌تواند از موارد شایان توجه باشد.

همچنین، تولید دانش، که با تعداد مقالات علمی چاپ‌شده در نشریات معتبر بین‌المللی نشان داده شده است، در این کشورها با کشورهای دیگر بسیار متفاوت است. در کشور ژاپن در سال ۲۰۰۶، بیش از ۵۴ هزار مقالهٔ علمی و فنی و در کشور امریکا بیش از ۲۰۹ هزار مقاله تولید شده است که همین شاخص در کشور ایران کمتر از ۳۵۰۰ مقاله و در کشور ترکیه کمتر از ۸۲۰۰ مقاله بوده است و نشان از کاربردی‌بودن مطالعات در کشورهای کارا از نظر نوآوری است. در بخش اول این مطالعه، دیده شد که شاخص‌های فضای کسب‌وکار در کشورها نیز از عوامل مهم در کارایی سیستم نوآوری کشورها هستند. در رتبه‌بندی بنیاد هریتیج، ایالات متحده در شاخص فضای مناسب کسب‌وکار رتبهٔ پنجم و ژاپن رتبهٔ شانزدهم را در بین ۱۵۷ کشور دارای اطلاعات داشته‌اند. این در حالی است که رتبهٔ ایران ۱۴۸ محاسبه شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

رقابت در بازارهای امروزی کشورها را بر آن داشته است که به جای تمرکز بر تغییر ساختار، کاهش هزینه و بالابردن کیفیت بر نوآوری و گسترش مرزهای تکنولوژی سرمایه‌گذاری کنند. اگرچه نوآوری حاصل تلاش محققان و دانشمندان در مجامع علمی و بنگاه‌های اقتصادی است اما هر کشوری می‌تواند با ایجاد زیرساخت‌های مناسب و بهبود فضای نوآوری فرایند نوآوری را مؤثر و بهینه کند. مطالعات زیادی در این زمینه انجام شده است که به بررسی تأثیر عوامل مختلف بر فضای ملی نوآوری پرداخته‌اند. این تحقیق نیز که با دید دیگری به نوآوری و ظرفیت ملی نوآوری نگریسته است، کارایی دولت‌ها در بهبود فضای ملی نوآوری را با استفاده

از تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی کرده است. متغیرهای مدل_ که در سه بخش متغیرهای جمعیتی، تحقیق و توسعه و فضای کسب‌وکار گردآوری شده‌اند_ با تحلیل آماری و نظر خبرگان انتخاب و سپس در سه الگوی CCR ورودی‌محور، BCC خروجی‌محور و جمعی کارایی کشورهای منتخب محاسبه شده‌اند.

نتایج هر سه الگو نشان می‌دهد که کشورهای توسعه‌یافته توانسته‌اند با بهبود ظرفیت ملی نوآوری در کشور خود نتایج پذیرفته‌ای از زیرساخت‌های فراهم‌شده کسب کنند. این کشورها در رتبه‌های صدر فهرست ۵۷ کشور بررسی‌شده قرار دارند. در مقابل، کشورهایی نیز که در شمار کشورهای توسعه‌نیافته یا در حال توسعه هستند هم از لحاظ تأمین زیرساخت‌های نوآوری و هم از جنبهٔ بهره‌گیری از زیرساخت‌های موجود وضعیت مناسبی نداشته و در نهایت در رتبه‌های آخر کشورهای مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

علاوه بر این، بررسی متغیرهای کشورهای کارا در نوآوری نشان می‌دهد که اگرچه عوامل متعددی بر بهبود رتبهٔ نوآوری آن‌ها اثرگذار است اما متغیرهای مربوط به تحقیق و توسعه از اهمیت بالاتری برخوردارند. افزایش بودجهٔ بخش دولتی و خصوصی و تعداد محققان حرفه‌ای در یک کشور از مهم‌ترین بایسته‌های بهبود فضای نوآوری در کشور هستند که باید در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌های خرد و کلان مد نظر قرار گیرند.

نکتهٔ شایان ذکر این است که متغیرهایی نظیر آزادی کسب‌وکار و آزادی سرمایه‌گذاری از جمله عوامل مؤثر بر ظرفیت ملی نوآوری هستند اما در زمرهٔ ورودی این سیستم قرار نمی‌گیرند. در این مطالعه، برای لحاظ‌کردن فضای کسب‌وکار در ظرفیت ملی نوآوری این متغیرها در مدل دیده شده‌اند؛ بنابراین برای کاربردی‌کردن این مدل در برنامه‌ریزی پیشنهاد می‌شود مطالعات مشابه با واردکردن متغیرهای عملیاتی‌تر صورت گیرند.

منابع

مهرگان، محمدرضا (۱۳۹۱)، *تحلیل پوششی داده‌ها؛ مدلهای کمی در ارزیابی عملکرد سازمانها*، چاپ اول، تهران: نشر کتاب دانشگاهی.

Baregheh, A., Rowely, J., & Sambrook, S. (2009), "Towards a multidisciplinary definition of innovation", *Management Decision*, Vol. 47, No. 8, pp. 1323-1339.

Fagerberge, J., & Srholec, M. (2008), "National innovation systems, capabilities and economic development", *Research Policy*, No. 37, pp. 1417–1435.

Filippetti, A., & Archibugi, D. (2011), "Innovation in times of crisis: National Systems of Innovation, structure, and demand", *Research Policy*, No. 40, pp. 179–192.

Fu, X., & Yang, Q. G. (2009), "Exploring the cross-country gap in patenting: A Stochastic Frontier Approach", *Research Policy*, No. 38, pp. 1203–1213.

Furman, J. L., Porter, M. E., & Stern, S. (2002), "The determinants of national innovative capacity", *Research Policy*, No. 31, pp. 899–933.

Galanakis, K. (2006), "Innovation process, Make sense using systems thinking", *Technovation*, 26, pp. 1222–1232.

Grace T. R. L., Shen Y. C., & Chou, J. (2010), "National innovation policy and performance: Comparing the small island countries of Taiwan and Ireland", *Technology in Society*, No. 32, pp. 161-172.

Guan, J., & Chen, K. (2012), "Modeling the relative efficiency of national innovation systems", *Research Policy*, No. 41, pp. 102– 115.

Krammer, M. S. S. (2009), "Drivers of national innovation in transition: Evidence from a panel of Eastern European countries", *Research Policy*, No. 38, pp. 845–860.

Li, X. (2009), "China's regional innovation capacity in transition: An empirical approach", *Research Policy*, No. 38, pp. 338–357.

Murovec, N., & Prodan, I. (2009), "Absorptive capacity, its determinants, and influence on innovation output: Cross-cultural validation of the structural model", *Technovation*, 29, pp. 859–872.

Sun, Y., & Liu, F. (2010), "A regional perspective on the structural transformation of China's national innovation system since 1999", *Technological Forecasting & Social Change*, No. 77, pp. 1311–1321.

Wei-Li, C., & Cai-Jie, W. (2012), "Study of the Construction of Assessment System on Regional Innovation Capacity in Knowledge Management", *Procedia Engineering*, No. 29, pp. 1830-1834.

Wonglimpiyarat, J. (2010), "Innovation index and the innovative capacity of nations", *Futures*, No. 42, pp. 247–253.

Xiwei, Z., & Xiangdong, Y. (2007), "Science and technology policy reform and its impact on China's national innovation system", *Technology in Society*, No. 29, pp. 317–325.

پیوست. نتایج حل سه الگوی تحلیل پوششی داده‌ها

کشور	CCR ورودی محور	BCC خروجی محور	جمعی*	کشور	CCR ورودی محور	BCC خروجی محور	جمعی*
اتریش	۰/۲۳۶۸۳	۰/۲۴۸۵۹	۲۳۲۱	سریلانکا	۰/۰۳۵۳۱	۱/۰۰۰۰۰	۳
آرژانتین	۰/۰۱۷۲۳	۱/۰۰۰۰۰	۳۸	سنگاپور	۰/۳۱۱۱۷	۰/۴۳۷۹۳	۹۴۰
اسپانیا	۰/۰۲۳۱۵	۰/۰۲۸۳۶	۱۰۵۱۴	سوئد	۰/۴۵۵۰۴	۰/۴۸۱۹۰	۲۵۷۹
استرالیا	۰/۲۱۲۸۰	۰/۲۱۸۳۷	۶۰۶۷	فرانسه	۰/۱۸۵۷۶	۰/۲۱۷۴۸	۱۵۷۷۶
استونی	۰/۰۰۶۴۸	۱/۰۰۰۰۰	۲	فنلاند	۰/۵۹۹۶۷	۰/۸۴۴۵۷	۱۱۲۴
اسلواکی	۰/۰۰۵۸۸	۰/۰۰۶۰۹	۶۵۶	قبرس	۰/۰۴۹۳۶	۱/۰۰۰۰۰	۴
اسلوونی	۰/۰۳۵۷۳	۱/۰۰۰۰۰	۲۱	کانادا	۰/۳۶۳۶۹	۰/۳۷۱۶۴	۹۶۱۱
آفریقای جنوبی	۰/۰۶۱۰۲	۰/۰۶۱۵۰	۱۷۷۲	کرهٔ جنوبی	۰/۴۸۸۰۵	۰/۴۹۱۷۵	۱۲۰۱۴
اکوادور	۰/۱۱۰۹۶	۱/۰۰۰۰۰	۳	کرواسی	۰/۰۲۱۰۱	۱/۰۰۰۰۰	۱۴
آلمان	۰/۴۱۳۹۵	۰/۵۷۹۶۵	۱۷۲۶۰	کلمبیا	۰/۰۱۵۷۵	۰/۰۱۶۴۸	۳۰۳
اوکراین	۰/۰۱۸۶۱	۱/۰۰۰۰۰	۲۴	کویت	۰/۰۴۰۳۸	۱/۰۰۰۰۰	۷
ایالات متحده	۱/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	۸۹۸۲۳	گواتمالا	۰/۰۶۶۶۴	۱/۰۰۰۰۰	۱
ایتالیا	۰/۱۰۶۳۰	۰/۱۰۶۹۹	۱۳۸۳۳	لتونی	۰/۰۲۴۶۶	۰/۰۳۳۲۲	۶۰
ایران	۰/۰۰۰۸۶	۱/۰۰۰۰۰	۲	لهستان	۰/۰۰۵۹۳	۰/۰۲۸۲۷	۴۲۴۳
ایرلند	۰/۱۳۹۲۱	۰/۱۵۰۹۶	۱۱۵۲	لوگزامبورگ	۰/۷۵۱۱۳	۱/۰۰۰۰	۳۳
ایسلند	۰/۲۴۰۷۴	۱/۰۰۰۰۰	۲۲	لیتوانی	۰/۰۲۵۸۵	۰/۰۲۷۶۷	۳۲۵
برزیل	۰/۰۲۰۸۴	۰/۰۲۱۱۱	۵۷۳۰	ماداگاسکار	۰/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	۰
بریتانیا	۰/۱۹۶۴۵	۰/۱۹۷۳۸	۱۸۱۴۲	مالتا	۰/۱۴۷۲۱	۱/۰۰۰۰۰	۲
بلژیک	۰/۱۹۸۸۸	۰/۲۱۹۸۵	۲۸۴۲	مالزی	۰/۲۳۰۸۸	۰/۳۰۹۶۱	۳۶۴
بلغارستان	۰/۰۰۵۷۹	۰/۰۰۶۰۰	۴۹۹	مجارستان	۰/۰۲۷۹۷	۰/۰۲۸۲۶	۱۷۳۳
بوسنی‌وهرزه‌گوین	۰/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	۰	مقدونیه	۰/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	۰
پرتقال	۰/۰۰۶۵۳	۰/۰۱۳۶۹	۱۱۶۸	مکزیک	۰/۰۲۶۴۸	۰/۰۳۷۱۳	۱۷۷۷
ترکیه	۰/۰۰۳۳۵	۰/۰۰۴۲۳	۳۷۸۱	موراکو	۰/۰۱۱۱۱	۱/۰۰۰۰۰	۳
چک	۰/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	۲	موزامبیک	۰/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	۰
چین	۰/۰۳۷۰۴	۱/۰۰۰۰۰	۶۶۱	مولداوی	۰/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	۰
دانمارک	۰/۲۶۸۴۰	۰/۲۸۵۹۶	۱۵۳۵	نروژ	۰/۱۷۴۰۳	۰/۸۶۷۲۶	۲۸۱
روسیه	۰/۰۲۲۰۵	۰/۰۵۰۳۲	۳۴۱۸	هلند	۰/۲۶۹۰۵	۰/۲۷۴۷۵	۴۸۱۵
رومانی	۰/۰۱۳۱۵	۰/۰۱۳۶۲	۶۶۰	یونان	۰/۰۰۶۲۲	۰/۰۱۰۹۶	۱۸۲۴
ژاپن	۱/۰۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰۰	۳۶۸۰۷				

* Efficient Output Target