فصلنامه علمی-پژوهشی
سیاست علم و فناوری

سال سوم، شماره ۳، بهار ۱۳۹۰

ارزیابی وضعیت نوآوری در منطقه جنوب‌غرب آسیا و تعیین جایگاه ایران: کاربرد روش تصمیم‌گیری پرومته

محمدرضا بخشی[1*]، رجب پناهی[2]، زینب ملائی[3]، سیدحسن کاظمی[4]، داود محمدی[5]

۱- پژوهشگر در موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی
۲- دکتری برنامه‌ریزی شهری در وزارت جهاد کشاورزی
۳- کارشناسی ارشد رشته برنامه‌ریزی روستایی
۴- دانشجوی رشته مدیریت استراتژیک دانشگاه عالی دفاع ملی
۵- دکتری در رشته آموزش کشاورزی و مدرس دانشگاه تهران

چکیده

تحقیق حاضر دارای دو هدف عمده می‌باشد؛ هدف اول ارزیابی شاخص‌های نوآوری در منطقه آسیای جنوبی غربی و تعیین جایگاه ایران براساس این شاخص‌ها؛ و هدف دوم تبیین کاربرد روش پرومته می باشد. بدین منظور ابتدا شاخص‌های تبیین‌گر نوآوری استخراج و سپس وضعیت و روندهای این شاخص‌ها در کشورهای منطقه بررسی شده است. در مرحله بعد شاخص‌ها با استفاده از تکنیک آنتروپی وزن‌دهی و در نهایت با استفاده از تکنیک پرومته نوع ۲ کشورها اولویت‌بندی و جایگاه ایران بر اساس شاخص ترکیبی نوآوری تعیین شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد براساس شاخص ترکیبی نوآوری، لبنان، گرجستان، امارات متحده عربی در گروه «کشورهای با وضعیت نوآوری خوب»؛ ارمنستان، آذربایجان، ترکیه و قزاقستان در گروه «کشورهای با وضعیت نوآوری متوسط»؛ ایران، عربستان، اردن و قرقیزستان در گروه «کشورهای با وضعیت نوآوری نسبتا ضعیف»؛ و عمان، پاکستان و سوریه در گروه «کشورهای با وضعیت نوآوری ضعیف» قرار گرفتند. بدین ترتیب کشورهای لبنان، گرجستان، امارات متحده عربی، جمهوری ارمنستان، جمهوری آذربایجان، وترکیه رتبه‌های اول تا ششم را به خود اختصاص داده‌اند. بر اساس نتایج مطالعه، ایران در میان کشورهای مورد مطالعه در حد وسط و میانه قرار دارد که این جایگاه برای جمهوری اسلامی ایران، رتبه مناسبی نبوده و با اهداف ترسیم شده در برنامه‌ها و سیاست‌های کلان توسعه کشور، بویژه چشم‌انداز بیست ساله و اهداف نقشه جامع علمی، فاصله قابل توجهی دارد.

کلیدواژه‌ها: تحلیل چند معیاره، جنوب غرب آسیا، روش تصمیم‌گیری پرومته

۱- مقدمه[1]

کشورهای مختلف به علم، فناوری و نوآوری به مثابه منابع کلیدی برای کسب مزایای رقابتی و همچنین به منزله ابزاری اساسی برای بهبود بخشیدن سطح زندگی مردم می‌نگرند و موسسه‌های بین‌المللی نیز توسعه‌یافتگی کشورها را بر اساس همین معیارها ارزیابی می‌کنند [۱و۲]. در تحولات توسعه‌های اخیر نوآوری جایگاه مهمی در تمام کشورها دارد [۳] بطوری‌که امروزه سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری، اساسی‌ترین فعالیت دولت‌ها و سازمان‌های جهانی و بین‌المللی در ارتباط با توسعه اقتصادی و اجتماعی قلمداد می‌گردد [۴]. مطالعات تجربی نیز حاکی از آن است که نوآوری اهمیت معنی‌داری در توسعه دارد: مطالعات لدرمن و مالونی [۵]، گولک و همکاران [۶و۷]، لدرمن و سائنز [۸]، باسانینی و اسکارپتا [۹]، چن و هلمن [۱۰] و رحمانی و حیاتی [۱۱] موید این ادعاست که پیشرفت در هر یک از ابعاد و یا اجزای نوآوری، اثر معنی‌داری بر رشد، بهره‌وری،

*نویسنده عهده‌دار مکاتبات: m_r_bakhshi392@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

شکوفایی و توسعه اقتصادی دارد. ایران نیز همانند سایر کشورها، خود را نیازمند پیشرفت در حوزه فناوری و نوآوری می‌داند؛ و شکل‌گیری نهادهای مرتبط در این زمینه، جهت‌گیری محتوایی اسناد ملی و علمی مانند قانون برنامه چهارم و سند چشم‌انداز، نقشه جامع علمی کشور و نیز تاکید مدیران ارشد نظام بر نوآوری از جمله تاکیدهای شکلی بر اهمیت موضوع است. باتوجه به اهمیت نوآوری و ضرورت مدیریت آن در سطح ملی و همچنین تعامل فعال با سایر کشورها به ویژه کشورهای همسایه و منطقه در این زمینه، در اختیار داشتن اطلاعات پایه‌ای که بتواند تصویری از وضعیت نوآوری ایران را در میان کشورها به نمایش بگذارد، ضروری است. در واقع شناخت وضعیت و جایگاه نوآوری کشور در سطح بین‌المللی و کشورهای منطقه مقدمه‌ای برای ورود به مسیر توسعه ظرفیت نوآوری و دستیابی به اهداف ایران ۱۴۰۴ می‌باشد. سوال تحقیق حاضر این است کاگر باید ایران در سال ۱۴۰۴ به رتبه اول در منطقه آسیای جنوب غربی دست یابد، در آستانه شروع برنامه پنجم توسعه و همچنین زمان تصویب نقشه جامع علمی کشور، این نظام از چه شرایطی برخوردار است و ایران چه جایگاه و رتبه‌ای در منطقه دارد. برای اولویت‌بندی کشورها و تعیین جایگاه نظام نوآوری ایران در منطقه از روش آنتروپی (برای وزن‌دهی شاخص‌ها) و پرومته[1] نوع ۲ (برای اولویت‌بندی) استفاده شده است[2]. روش پرومته از سوی دانشگاهیان و محققین مورد اقبال قرار گرفته است و مقالات زیادی با بهره‌گیری از این تکنیک نوشته شده است [۱۲]. این روش برای ارزیابی و اولویت‌بندی گزینه‌های گسسته و انتخاب بهترین گزینه براساس چندین معیار (با مقیاس‌های مختلف اندازه‌گیری) بکار می‌رود [۱۳]. در استفاده از تکنیک پرومته، برای جبران ضعف یک معیار یا قوت معیار دیگر، محدودیت وجود دارد و لذا یک گزینه ایده‌ال باید حداقل‌ها را از تمام معیارها کسب کند. این موضوع در بحث توسعه نظام نوآوری بدین معنی است که یک کشور برای کسب رتبه برتر در نظام نوآوری باید نگرش همه جانبه داشته باشد و تمام شاخص‌های راهبردی را تقویت کند تا در ارزیابی با تکنیک پرومته رتبه نسبی برتری را کسب کند، بنابراین روش پرومته از این نظر در برابر روش‌هایی که از جمع جبری استفاده می‌کنند، کاراتر می‌باشد. علاوه بر این روش پرومته به راحتی قادر به بکارگیری معیارهایی با مقیاس‌های مختلف اندازه‌گیری (بدون نیاز به همسان‌سازی مقیاس معیارها) می‌باشد و متناسب با اطلاعات و مقیاس معیار توابع ششگانه مجزایی را تعریف می‌کند، لذا در تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره که معمولا معیارها دارای مقیاس‌های مختلف اندازه‌گیری می‌باشد یک نقطه قوت برای تصمیم‌گیر محسوب می‌شود. همچنین براساس مطالعات زمانی‌که گزینه‌های مورد ارزیابی همسان نیستند (مثلا یک گزینه از نظر یک معیار عملکرد بهتری دارد و گزینه دیگر براساس معیاری دیگر؛ که در این تحقیق نیز مصداق دارد)، کاربرد پرومته مانند سایر روش‌های چندمعیاره مثل تحلیل سلسله‌مراتبی، الکتر[3] و ... برای مقایسه گزینه‌ها مفید می‌باشد [۱۴]. لیکن روش پرومته در مقایسه با روش‌هایی مانند تحلیل سلسله‌مراتبی مزیت دارد، چراکه تحلیل سلسله‌مراتبی، احتمال خطای انسانی داشته و زمانی‌که تعداد معیارها و گزینه‌ها زیاد است، به‌دلیل افزایش تعامل‌ها، محاسبات خسته‌کننده و وقت‌گیر می‌باشد [۱۵]. همچنین، محدودشدن روش سلسله‌مراتبی در مقیاس ۱ تا ۹ از جمله نقاط ضعف آن (مخصوصا زمانی که داده‌ها کمی هستند) می‌باشد [۱۶].

در رابطه با وزن‌دهی معیارها، روش آنتروپی یک رهیافت عینی توانمندی برای تعیین وزن معیارها در مواقعی است که داده‌ها صفر نباشد، [۱۷] و می‌تواند از درون داده‌ها، اطلاعات مفیدی را در اختیار تصمیم‌گیر قرار دهد [۱۸]. در این روش به دلیل اجتناب از ذهن‌گرایی و قضاوت فردی، نتایج حاصل از ارزشیابی واقعیت‌ها را بهتر می‌تواند منعکس کند [۱۹].

۲- مبانی نظری

۲-۱ نوآوری

مطالعات اولیه در نوآوری به دوران شومپیتر در سال ۱۹۳۴ برمی‌گردد [۲۰]، اما مطالعه نظام‌مند از دهه ۱۹۸۰ شروع و در

1- Preference Ranking Organization methods for Enrichment Evaluations(PROMETHEE)

۲- باتوجه به اینکه، هدف این تحقیق رتبه‌بندی کامل کشورها می‌باشد از پرومته نوع۲ استفاده شده است. برای اطلاعات بیشتر به [۲۸] و قسمت مبانی نظری مقاله حاضر مراجعه شود.

3- AHP & ELECTRE

Archive of SID
www.SID.ir

قالب واژه «نظام نوآوری» مطرح شده است. این واژه ریشه در مفهوم «نظام‌های ملی تولید» در تفکر فردریک لیست[1] دارد. اولین بار «فریمن[2]» واژه «نظام ملی نوآوری[3]» را در سال ۱۹۸۲ در یک اثر منتشر نشده بکار برده است [۲۱]. مفهوم نظام ملی نوآوری به عنوان چارچوبی برای ادبیات در حال رشد نوآوری مورد استفاده قرار گرفته است، و معمولا در تعریف آن تفاوت‌های اندکی مشاهده می‌شود. با این حال یک خلاصه نسبتا خوبی از تعاریف رایج برای نظام ملی نوآوری توسط نیوسی و همکاران [۲۲] ارائه شده و عبارت است از: نظام تعامل شرکت‌های خصوصی و عمومی (اعم از کوچک و بزرگ)، دانشگاه‌ها، و نهادهای دولتی به منظور تولید علم و تکنولوژی در مرزهای ملی. تعامل میان این واحدها ممکن است فنی، تجاری، حقوقی، اجتماعی و مالی باشد به نحوی که هدف این تعامل توسعه، حمایت، تامین مالی و یا تنظیم مقررات برای علوم و فناوری‌های جدید است.

به تبع تفاوت در تعاریف، تبیین‌گرها و شاخص‌های سنجش نوآوری نیز بستگی به هدف مطالعات و رویکردها، کم و بیش تفاوت‌هایی دارند: در رویکرد اروپایی نوآوری که از سال ۲۰۰۱ در اتحادیه اروپا شروع شده است شاخص‌های سنجش نوآوری شامل: ۱- منابع انسانی (شاخص‌های آموزش و یادگیری و شاخص‌های اشتغال) ۲- خلق دانش جدید، مانند هزینه تحقیق و توسعه دولتی و بخش خصوصی، ثبت اختراعات ۳- اقتباس، انتقال و کاربرد دانش جدید و ۴- امور مالی و ستاده‌های نوآوری (مانند فروش‌های نوآوری، سرمایه‌گذاری در تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات) می‌باشد [۲۳]. کارلسون و همکارانش با یک نگاه فناورانه به نوآوری، مولفه‌های: ۱- خلق دانش جدید که با شاخص‌هایی مانند تعداد پتنت‌ها، تعداد مهندسان و دانشمندان، سهولت انتقال متخصصان، تعداد حوزه‌های فناورانه ۲- انتشار دانش جدید شامل: شاخص‌های تعداد همکاران و شرکاء، فواصل زمانی مراحل توسعه نوآوری، مقبولیت قانونی و ۳- کاربرد دانش که شاخص‌های اشتغال و استخدام، گردش مالی، رشد و دارایی‌ها را در برمی‌گیرد، را برای ارزیابی نوآوری کشورها معرفی می‌کنند [۲۳]. عبدلی [۲۴] با جمع‌بندی پیشینه موجود، عوامل موثر در ظرفیت ملی نوآوری را چنین معرفی می‌کند: ۱-زیرساخت‌های عمومی برای ایجاد اختراعات و ابداعات که در برگیرنده انباشت دانش، منابع مالی و انسانی، سرمایه‌گذاری در آموزش، حمایت از اختراعات و ابداعات، درجه آزادی ورود علم و دانش و اختراعات به کشور و سیاست‌های تشویقی است. ۲- فعالیت‌های پژوهش و توسعه (مخارج تحقیق و توسعه، تعداد پژوهشگران و دانشمندان) ۳- عاملی که بتواند فعالیت‌های نوآوری و اختراع را در کل اقتصاد منتشرکند. بانک جهانی وضعیت نوآوری کشورهای جهان را با استفاده از شاخص‌های ذیل ارزیابی می‌کند: جریان‌های ورودی و خروجی سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی در توسعه بنگاه‌ها و فناوری‌ها؛ دریافت‌ها و پرداخت‌های مربوط به حق‌الامتیازها و لیسانس‌ها شامل پرداخت‌های مربوط به حق استفاده از دارایی‌ها غیرمالی، غیرتولیدی و غیرملموس و حقوق مالکیت (مانند پتنت‌ها، حق چاپ، علائم تجاری، فرایندهای صنعتی و فرانشیزها) پرداخت‌های مربوط به تولید ایده‌های ناب و دست اول مانند تولید فیلم؛ نرخ ثبت‌نام در رشته‌های مانند مهندسی، ساختمان و صنایع؛ تعداد محققان شاغل در تحقیق و توسعه؛ هزینه‌های تحقیق و توسعه شامل تحقیق بنیادی و کاربردی و اقداماتی که منجر به نوآوری در فرایندها، محصولات و ابزارها گردد؛ حجم تجارت صنعتی، همکاری پژوهشی کمپانی‌ها با دانشگاه‌ها؛ تعداد مقالات پژوهشی منتشر شده در زمینه‌های فیزیک، بیولوژی، شیمی، ریاضی، پزشکی بالینی، پزشکی حیاتی و همچنین علوم فضا و زمین، فناوری و مهندسی؛ دسترسی به سرمایه‌گذاری‌های پرمخاطره (وجود سرمایه و یا صندوق به منظور حمایت از شروع و انجام فعالیت‌های و پروژه‌های مخاطره‌آمیز)؛ تعداد پتنت‌های دریافتی (بین‌المللی)؛ میزان هزینه کرد بخش خصوصی و کمپانی‌ها در تحقیق و توسعه؛ جذب فناوری‌های جدید توسط شرکت‌ها؛ میزان حضور شرکت‌های صادراتی در زنجیره تولید (به‌مفهوم کیفیت صادرات و رقابت صادراتی یک کشور می‌باشد و نشانگر آنست که آیا یک کشور مواد خام و منابع ملی خود را صادر می‌کند یا با نوآوری و خلاقیت در فرایند تولید و فروش،

1- Friedrich List
2- Freeman
3- National Innovation System (NIS)

Archive of SID
www.SID.ir

محصول خود را در یک بازار رقابتی به فروش می‌رساند. این شاخص می‌تواند از ابتدایی‌ترین حالت یعنی حضور در تولید و استخراج منابع تا بهترین حالت یعنی حضور در تمام مراحل تولید، طراحی، بازاریابی و خدمات پس از فروش در نوسان باشد)؛ صادرات و واردات کالاهای سرمایه‌ای؛ مقالات علمی و مهندسی که با همکاری مولفان خارجی نوشته می‌شود؛ و میانگین تعداد ارجاع به مقالات علمی و مهندسی [۲۵].

۲-۲ پرومته

مدل‌های تصمیم‌گیری، جهت کمک به تصمیم درست و علمی گسترش پیدا کرده‌اند و به‌دو گروه مدل‌های چند هدفه و مدل‌های چند شاخصه[1] تقسیم می‌شوند. مدل‌های چندهدفه (مانند برنامه‌ریزی آرمانی و پانل داده‌ها) غالباً به منظور طراحی، هدف‌گذاری و بهینه کردن همزمان چندین هدف مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲۶و۲۷]. مدل‌های چند شاخصه به منظور ارزیابی، اولویت‌بندی و انتخاب از میان گزینه‌های مختلف براساس معیارهای مشخص (و در برخی موارد متناقص) که معمولا با وزن‌دهی نیز همراه است، مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱۳و۲۸]. این معیارها معمولا تبیین‌گر ویژگی گزینه‌ها می‌باشند. مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه دارای تکنیک‌های مختلفی می‌باشد که یکی از آنها خانواده پرومته می‌باشد که توسط برانس و همکاران ایجاد و توسعه یافته است. خانواده پرومته شش نوع می‌باشد: پرومتهI آلترناتیوها را بصورت جزئی رتبه‌بندی می‌کند، پرومتهII آلترناتیوهای گسسته را بصورت کامل رتبه‌بندی می‌کند، پرومتهIII روابط ترجیح و غیرترجیح را براساس میانگین و انحراف معیار شاخص‌های ترجیح تعریف می‌کند، پرومتهIV می‌تواند برای گزینه‌های نامحدود کاربرد داشته باشد، پرومته V یک روش چندمعیاره برای انتخاب گزینه‌ها همراه با لحاظ کردن محدودیت‌ها تعریف می‌کند و پرومتهVI الگویی از مغز انسان است [۲۹]. در روش پرومته III رتبه‌بندی برمبنای بازه‌ها و در روش IV رتبه‌بندی در مقیاس پیوسته صورت می‌گیرد و برای آلترناتیوهای گسسته کارا نیستند [۳۰]. برای ارزیابی و اولویت‌بندی گزینه‌های گسسته و انتخاب بهترین گزینه روش پرومتهII بکار می‌رود [۱۳]. این روش در جایی‌که باید گزینه‌های بی‌شماری بر اساس چند معیار کمی و کیفی و اغلب متناقض ارزیابی شود، سازگار و کارا می‌باشد [۳۱]. در این روش ابتدا هر معیار تصمیم، براساس تابع مجزا و بدون ارتباط با سایر معیارها مورد توجه قرار می‌گیرد. پرومته برای تفاوت‌های دوبه‌دوی گزینه‌ها براساس هر معیار، آستانه‌های معنی‌داری و غیرمعنی‌داری تفاوت‌ها را تعریف کرده و بدین ترتیب تفاوت‌های اندک (کمتر از q) که احتمال دارد ناشی از تصادف باشد را حذف می‌کند، از طرف دیگر در مورد تفاوت‌های بزرگ، تفاوت بیشتر از مقدار p را برابر p در نظر می‌گیرد (d>p=p) ، به عبارت دیگر تفاوت بیشتر از مقدار آستانه (p) مزیت و نمره اضافی‌تر برای یک گزینه در یک معیار محسوب نمی‌شود. باتوجه به اینکه پرومته با هر معیار در ابتدای محاسبات، برخورد مجزا و بدون ارتباط با دیگر معیارها دارد، بنابراین کسب نمره تفاوت خیلی زیاد در یک معیار، تاثیری در نمره گزینه در معیارهای دیگر ندارد و لذا یک گزینه ایده‌ال باید حداقل‌ها را از تمام معیارها کسب کند.

ماتریس ارزیابی نقطه شروع اکثر تکنیک‌های ارزیابی چند معیاره می‌باشد که در آن m گزینه (سطر) براساس n معیار (ستون) ارزیابی می‌شوند [۳۲]. فرض کنید دو گزینه a و b که عضوی از مجموع گزینه‌های مورد مقایسه، مورد ارزیابی نسبی قرار می‌گیرد. برای هر a وb متعلق به $(a,b) \in A$ داریم:

$$\begin{cases} \forall j:\ g_j(a) \geq g_j(b) \\ \exists k:\ g_k(a) > g_k(b) \end{cases} \Leftrightarrow aPb$$

$$\forall j:\ g_j(a) = g_j(b) \Leftrightarrow aIb$$

$$\begin{cases} \exists s:\ g_s(a) > g_s(b) \\ \exists r:\ g_r(a) > g_r(b) \end{cases} \Leftrightarrow aRb$$

P، I و R به ترتیب نمایانگر «ترجیح»، «بی‌تفاوت»، و «غیرقابل مقایسه بودن» گزینه‌ها می‌باشد.

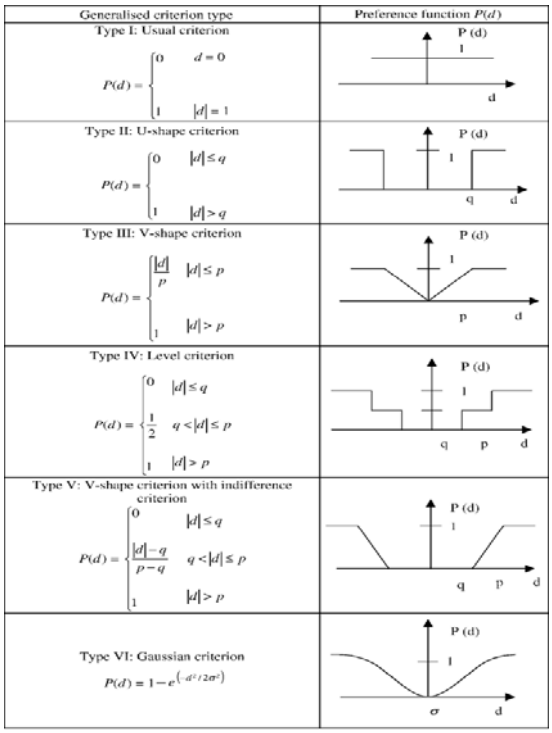
اگر گزینه a براساس معیار s و گزینه b براساس معیار r برتر باشد، بدون اطلاعات اضافی، قضاوت درباره برتری هریک از آنها غیرممکن است. بنابرین دو گزینه غیرقابل مقایسه هستند. در روش پرومته، این اطلاعات اضافی که شامل اطلاعات بین معیارها (درباره اهمیت نسبی معیارها در مقایسه با یکدیگر یا وزن معیارها) و اطلاعات درون هر معیار (نشان‌دهنده ترجیح

1- Multiple Objective Decision Making (MODM) and Multiple Attribute Decision Making (MADM)

Archive of SID
www.SID.ir

تصمیم‌گیرنده یاتابع ترجیح)، می‌باشد توسط تصمیم‌گیرنده به مدل تزریق می‌شود[۲۸]. اساس روش پرومته مقایسات زوجی است، در این مورد تفاوت عددی بین گزینه‌ها در هر یک از معیارها مورد توجه قرار می‌گیرند، بدین صورت‌که تصمیم‌گیرنده برای تفاوت‌های کوچک، ترجیح کوچکی به گزینه بهتر اختصاص می‌دهد. اگر تفاوت جزئی باشد دو گزینه را از نظر آن معیار مساوی فرض می‌کند و اگر تفاوت‌ها بزرگ باشد، ترجیح و نمره بزرگ‌تری به گزینه بهتر اختصاص می‌دهد. دامنه نمره‌های ترجیح بین صفر تا یک قرار دارد. در واقع براساس این نوع اطلاعات، تصمیم‌گیرنده یک تابع ترجیحی برای خود انتخاب می‌کند. این تابع تفاوت بین دو گزینه را به دامنه ترجیح صفر تا یک انتقال می‌دهد. برانس و همکاران[۲۸] برای تسهیل موضوع، شش نوع تابع ترجیح برای تصمیم ارائه کرده‌اند (شکل ۱). معمولا تابع نوع ۱ و ۲ برای متغیرهای اسمی و توابع دیگر برای متغیرهای با مقیاس اندازه‌گیری بالاتر بکار می‌رود. در هریک از این توابع، باید پارامترهای ترجیحی (p، q یا s) تعیین شوند. q آستانه بی‌تفاوتی(بزرگ‌ترین تفاوت قابل اغماض) است. p آستانه ترجیح(کوچکترین تفاوتی که نشان دهنده ترجیح قطعی یک گزینه بر گزینه دیگر) است. s فقط در تابع نوع شش استفاده می‌شود و معمولا بین p و q مشخص می‌شود. برای تعیین ترجیح گزینه a و b ($a,b \in A$)براساس تمام معیارها و با اعمال وزن شاخص‌ها(w_j) از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\begin{cases} \pi(a,b) = \dfrac{\sum_{j=1}^{k} w_j p_j(a,b)}{\sum_{j=1}^{k} w_j}, \\ \pi(b,a) = \dfrac{\sum_{j=1}^{k} w_j p_j(b,a)}{\sum_{j=1}^{k} w_j}. \end{cases}$$



شکل ۱) توابع ترجیحی ششگانه برانس و همکاران [۲۸]

$\pi(a,b)$ ترجیح گزینه a بر گزینه b بر اساس مجموع معیارها می‌باشد و $\pi(b,a)$ ترجیح گزینه b بر گزینه a بر اساس مجموع معیارها می‌باشد. بنابراین ترجیح خالص گزینه a در برابر گزینهb عبارت است:

$$\emptyset(a) = \pi(a,b) - \pi(b,a)$$

اما برای ماتریسی که گزینه‌های آن بیش از دو تا باشد، مقایسه‌ای که برای دو گزینه a و b بیان شد، برای تمام گزینه‌های متعلق به مجموعه A انجام می‌گیرد. بدین ترتیب هر گزینه مانند a با n-1 گزینه دیگر مقایسه می‌شود. بنابراین برای گزینه a جریان مثبت و جریان منفی[1] خواهیم داشت که عبارتند از:

۱- جریان مثبت: $\emptyset^+(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{x\in A}\pi(a,x)$

۲- جریان منفی: $\emptyset^-(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{x\in A}\pi(x,a)$

$\emptyset^+(a)$ نمره غالب بودن گزینه a بر سایر گزینه‌ها و $\emptyset^-(a)$ میزان مغلوب بودن گزینه a در برابر سایر گزینه‌ها می‌باشد. بدین ترتیب نمره خالص و نهایی برای گزینه a عبارت است از [۳۳]: $\emptyset(a) = \emptyset^+(a) - \emptyset^-(a)$

اگر $\Phi(a) > \Phi(b)$ آنگاه a بر b مرجح است (a P b)، و اگر $\Phi(a) = \Phi(b)$ آنگاه a بر b مرجح نیست (aIb).

1- Positive outranking flow & Negative outranking flow

Archive of SID
www.SID.ir

۲-۳ آنتروپی[1]

برای تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، وزن معیار یک عامل اساسی برای تعیین میزان اهمیت نسبی معیارها می‌باشد که یکی از روش‌های تعیین وزن، آنتروپی شانون می‌باشد. واژه آنتروپی به معنی بی‌نظمی، ابتدا در سال ۱۸۶۵ توسط ردلف‌کلوسیوس[2] در حوزه ترمودینامیک و در سال ۱۹۴۸ توسط کلودشانون[3] در حوزه اطلاعات و ارتباطات مطرح گردید [۳۴]. پس از اینکه شانون در مقاله »تئوری ریاضی ارتباطات» آنتروپی اطلاعات را بیان کرد، پس از آن بصورت گسترده در زمینه‌های مختلف علوم مانند مهندسی، مدیریت و غیره مورد استفاده قرار گرفت [۳۵]. آنتروپی شانون روش مناسبی برای اندازه‌گیری اهمیت نسبی صفات و انتقال ارزش باطنی داده‌ها به تصمیم‌گیر می‌باشد [۳۶]. آنتروپی ابزار خوبی برای ارزیابی وزن معیارهای یک مساله تصمیم که بصورت یک ماتریس کامل تعریف می‌شود، می‌باشد [۳۷]. این روش، بر اساس پراکندگی مقادیر معیارها، اوزان مربوط به هر معیار را حساب می‌کند که هرچه پراکندگی در مقدار یک معیار بیشتر باشد، آن معیار از اهمیت بیشتری برخوردار است [۱۹]. اگر ماتریس تصمیم‌گیری با درجه m×n داشته باشیم، بطوری که m نشان دهنده تعداد گزینه‌هایی است که با A_1 تا A_m نشان داده شوند و n بیانگر تعداد معیارها می‌باشد که با C_1 تا C_n نمایش داده شوند[4]، در این صورت از روش آنتروپی برای محاسبه وزن شاخص‌ها، بصورت زیر اقدام می‌شود [۳۸و۳۹]:

۱- ابتدا ماتریس براساس فرمول زیر نرمال می‌شود.

براساس این فرمول مقدار درایه‌های هر ماتریس بر جمع ستون واقع شده تقسیم می‌گردد.

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}}$$

۲- محاسبه مقدار آنتروپی E_j:

$$E_j = -K \sum_{i=1}^{m} [\, p_{ij} \ln p_{ij} \,] \quad \text{و} \quad K = 1 / \ln(m)$$

(ln لگاریتم در مبنای عدد پی است).

۳- محاسبه درجه انحراف (d):

$$d_j = 1 - E_j \; ; \forall_j$$

۴- محاسبه وزن شاخص‌ها (w):

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j} \quad \text{و}$$

۵- تعدیل وزن شاخص‌ها:

$$W'_j = \frac{\lambda_j W_j}{\sum_{j=1}^{n} \lambda_j W_j}$$

۳- روش تحقیق

در این تحقیق، داده‌های مورد نیاز برای اولویت‌بندی کشورها، از سایت بانک جهانی [۲۵]، و اطلاعات تکمیلی از اسناد یونسکو [۴۰] بدست آمده است. در مرحله بعد از تکنیک پرومته نوع۲ و آنتروپی برای محاسبه شاخص ترکیبی نوآوری محاسبه شده است.

انتخاب گزینه‌ها، انتخاب معیارهای ارزیابی، تعیین وزن معیارها، تعیین آستانه ترجیح و آستانه غیرترجیح از جمله مراحلی می‌باشند که برای کاربرد پرومته باید طی شوند [۴۱]. باتوجه به اینکه این ارزیابی در سطح فراملی است، معیارهای ارزیابی باید مورد توافق بین‌المللی باشد، بدین منظور ابتدا معیارهای ارزیابی، براساس رویکرد بانک جهانی تعیین گردید. در مرحله بعد باتوجه به اینکه در کدام معیارها برای کشور ایران داده وجود دارد معیارها پالایش و در نهایت ۱۲ معیار، که افزایش آنها مطلوب نظام نوآوری باشد، بدین شرح انتخاب شد: جریان خروجی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی(۷-۲۰۰۳)، جریان ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی(۷-۲۰۰۳)، نرخ ثبت‌نام در رشته‌های علوم و مهندسی (۲۰۰۷)، تعداد محققان در بخش تحقیق و توسعه به عنوان نسبتی از کل جمعیت (۲۰۰۶)، هزینه تحقیق و توسعه به عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی (۲۰۰۶)، نسبت تجارت تولیدات صنعتی به تولید ناخالص داخلی (۲۰۰۷)، مقالات علمی و مهندسی به ازای جمعیت (۲۰۰۵)، تعداد پتنت‌های دریافتی به ازای جمعیت (۲۰۰۷)، صادرات فناوری‌های مدرن به عنوان درصدی از صادرات کارخانه‌ای (۲۰۰۷)، سهم تجاری کالاهای سرمایه‌ای (۲۰۰۸)، تعداد مقالات علمی و مهندسی با همکاری محققان خارجی (هم

1- Entropy
2- Rudolph Clausius
3- Claude Elwood Shanon
۴- در این ماتریس A_i گزینه iام، X_j شاخص jام، و a_{ij} ارزش گزینه iام از نظر شاخص jام است.

Archive of SID
www.SID.ir

تالیفی) (۲۰۰۵)، میانگین تعداد ارجاعات و استناد به هر مقاله رشته‌های مهندسی و علوم (۲۰۰۵).

در این تحقیق کشورهای منطقه جنوب غرب آسیا شامل افغانستان، قزاقستان، یمن، ترکمنستان، ازبکستان، عراق، تاجیکستان، فلسطین، کویت، قطر، قبرس، بحرین، ایران، ارمنستان، آذربایجان، گرجستان، اردن، قرقیزستان، لبنان، عمان، پاکستان، عربستان، سوریه، ترکیه و امارات متحده عربی [۴۲] و در برخی منابع کشور مصر [۴۳] به‌عنوان گزینه مطرح بودند. گزینه‌های مورد آزمون براساس دسترسی به اطلاعات برای معیارهای پالایش شده در مرحله قبل تعدیل و در نهایت از میان آنها ۱۴ کشور شامل ایران، ارمنستان، آذربایجان، گرجستان، اردن، قزاقستان، قرقیزستان، لبنان، عمان، پاکستان، عربستان، سوریه، ترکیه و امارات انتخاب گردید که این کشورها پراکنش و ترکیب مناسبی از کشورهای منطقه خاورمیانه، آسیای مرکزی، منطقه قفقاز، کشورهای عربی آسیای جنوب غربی و دیگر کشورهای مستقل می‌باشند.

پس از انتخاب گزینه‌ها و تعیین معیارها براساس رویکرد بانک جهانی، در مرحله بعد، وزن نسبی معیارها با استفاده از تکنیک آنتروپی[1] تعیین و براساس قضاوت کارشناسی تعدیل گردید (زمانی‌که داده‌های یک ماتریس تصمیم‌گیری بطور کامل مشخص شده باشد روش آنتروپی می‌تواند برای ارزیابی وزن معیارها بکار رود [۲۶])؛ پس از وزن‌دهی معیارها، نوع تابع از میان توابع ششگانه ارائه شده توسط برانس و همکاران [۲۸] و همچنین مقدار p و q تعیین گردید. باتوجه به اینکه در این تحقیق از داده‌های مقطعی استفاده شده است و همچنین با توجه به اینکه شاید تفاوت‌های اندک میان دو کشور (برتری اندک یک کشور بر دیگری) ناشی از نوسانات سالیانه و یا دوره‌ای کوتاه مدت باشد و در یک آماربرداری جدید این جایگاه‌ها تغییر کند، بنابراین ضروری بود یک آستانه بی‌تفاوتی تعریف شود. از میان توابع ارائه شده توسط برانس و همکاران (شکل ۱) تابع نوع ۲، ۴ و ۵ دارای این شرایط می‌باشند. از میان سه تابع فوق، برای تفاوت‌های قابل ملاحظه دو گزینه (تفاوت‌های بیشتر از q) تابع نوع ۲ دارای دو خروجی (۰ و ۱) و تابع نوع ۳ دارای سه خروجی (۰، ۰/۵ و ۱) می‌باشد، ولی تابع نوع پنج برای تفاوت‌های بیشتر از q پیوستاری از تفاوت‌ها را بین صفر تا یک ارائه می‌دهد و بدین ترتیب خروجی تابع به مقیاس فاصله‌ای و نسبی نزدیکتر است و ارزش کمی و مقایسه‌ای بیشتری دارد. بنابراین در این تحقیق از میان توابع ششگانه فوق، تابع نوع ۵ برای تجزیه و تحلیل استفاده شده است.

معمولا مقدار q و p توسط تصمیم‌گیر تعیین می‌گردد، در برخی از تحقیقات [۴۴] ۱۰٪ دامنه تغییرات هر معیار را برای q و ۳۰٪ آن را برای p در نظر می‌گیرند. در این تحقیق برای تعیین مقدار q و p ابتدا داده‌های پرت حذف شد، سپس دامنه تغییرات هر معیار محاسبه گردید. در مرحله بعد تقریبا ده درصد از دامنه تغییرات به‌عنوان مقدار سطح بی‌تفاوتی (q) و تقریبا سه تا سه‌ونیم برابر آن به‌عنوان مقدار p در نظر گرفته شد؛ و نتایج حاصل از این مرحله به‌عنوان راهنمای اولیه برای تعیین مقدار q و p نهایی قرار گرفت. با فراهم شدن پارامترهای مورد نیاز، فرمول محاسبه تفاوت گزینه‌ها (کشورها) بر اساس پرومته در نرم‌افزار اکسل پیاده‌سازی و محاسبات جهت تعیین رتبه و جایگاه کشورها انجام شد.

۴- یافته‌ها

برای تعیین اولویت‌ها، پارامترهای وزن نسبی معیارها، نوع تابع، آستانه‌های غیرترجیح و ترجیح تعیین شد که همراه با مقدار معیارها در جدول ۱ بیان شده است. نتایج نشان می‌دهد که براساس معیار جریان خروجی سرمایه‌گذاری خارجی، معیار جریان ورودی سرمایه‌گذاری خارجی، معیار ثبت نام در رشته‌های علوم و مهندسی، معیار محققان تحقیق و توسعه، معیار هزینه‌های تحقیق و توسعه، معیار سهم تجارت صنعتی، معیار میزان مقالات مهندسی و علوم، معیار پتنت‌های دریافتی، معیار سهم فناوری‌های پیشرفته در صادرات، معیار سهم تجاری کالاهای سرمایه‌ای، معیار میزان مقالات هم تالیفی و معیار میزان ارجاع و استناد به مقالات، ایران به‌ترتیب رتبه‌های ۱۱،۱۴،۱،۳،۲،۱۴،۷،۱۲،۳،۶،۱۳،۱ را در میان کشورهای مورد مقایسه دارد. همچنین نتایج حاصل از طبقه‌بندی کشورها در

۱- در این تحقیق برای تعیین وزن معیارها، از داده‌های ۵۶ کشور استفاده شده است. بدین ترتیب که ابتدا داده‌های پرت (استثناها و مقادیر صفر) حذف گردید؛ و یک ماتریس ۱۲ × ۵۶ حاصل شد که با استفاده از روش آنتروپی، وزن معیارها تعیین گردید.

Archive of SID
www.SID.ir

چارک‌های آماری (گروه ضعیف، نسبتا ضعیف، متوسط و خوب) در هریک از معیارها حاکی از آنست که:

بر اساس معیار جریان خروجی سرمایه‌گذاری خارجی، آذربایجان، امارات، عمان در گروه کشورهای با وضعیت نوآوری خوب؛ عربستان، لبنان، قرقیزستان در گروه متوسط؛ ترکیه، سوریه، اردن و گرجستان در گروه نسبتا ضعیف؛ و ایران به همراه کشور پاکستان، ارمنستان و قزاقستان در گروه کشورهای ضعیف جای می‌گیرد.

بر اساس معیار جریان ورودی سرمایه‌گذاری خارجی، کشورهای آذربایجان، اردن، گرجستان، لبنان در گروه خوب؛ امارات و قزاقستان، ارمنستان، و قرقیزستان در گروه متوسط؛ عربستان، عمان، ترکیه در گروه نسبتا ضعیف؛ و ایران به همراه پاکستان و سوریه در گروه ضعیف قرار می‌گیرد.

بر اساس معیار نرخ ثبت‌نام در رشته‌های مهندسی و علوم، کشورهای ایران، عربستان، لبنان در گروه خوب؛ اردن، عمان، امارات، ترکیه در گروه متوسط؛ سوریه، قزاقستان، قرقیزستان و گرجستان در گروه نسبتا ضعیف؛ و کشورهای پاکستان، آذربایجان و ارمنستان در گروه ضعیف قرار دارند.

بر اساس معیار میزان محققان تحقیق و توسعه، گرجستان، ارمنستان، ایران و آذربایجان در گروه خوب؛ قزاقستان، ترکیه و قرقیزستان در گروه متوسط؛ پاکستان، اردن و عربستان در گروه نسبتا ضعیف؛ و سوریه، لبنان و عمان در گروه ضعیف جای می‌گیرند.

بر اساس معیار هزینه تحقیق و توسعه، کشورهای ترکیه، ایران و پاکستان در گروه خوب؛ اردن، لبنان، قزاقستان و آذربایجان در گروه متوسط؛ ارمنستان، قرقیزستان، امارات و گرجستان در گروه نسبتا ضعیف و عمان، سوریه و عربستان در گروه ضعیف قرار دارند.

بر اساس معیار سهم تجارت صنعتی، کشورهای اردن، قرقیزستان، امارات در گروه خوب؛ گرجستان، لبنان، قزاقستان و ترکیه در گروه متوسط؛ سوریه، ارمنستان، عمان و عربستان در گروه نسبتا ضعیف؛ و پاکستان، آذربایجان و ایران در گروه کشورهای ضعیف قرار دارند.

بر اساس معیار میزان مقالات مهندسی و علوم، کشورهای ترکیه، ارمنستان، لبنان در گروه خوب؛ امارات، اردن، عمان، ایران در گروه متوسط؛ گرجستان، عربستان، آذربایجان، قزاقستان در گروه نسبتا ضعیف؛ و سه کشور سوریه، پاکستان و قرقیزستان در گروه کشورهای ضعیف قرار دارند.

بر اساس معیار میزان پتنت‌های دریافتی، امارات و لبنان در گروه کشورهای با وضعیت خوب؛ عربستان، گرجستان، ارمنستان، ترکیه در گروه متوسط؛ اردن، آذربایجان، قزاقستان و عمان در گروه نسبتا ضعیف؛ و سوریه، ایران، پاکستان و قرقیزستان در گروه کشورهای ضعیف قرار دارند.

بر اساس معیار سهم صادرات فناوری‌های پیشرفته، ایران شرایط کاملا متفاوتی با معیارهای قبلی را به نمایش می‌گذارد؛ و بر اساس این معیار ایران به‌همراه گرجستان و قزاقستان بالاتر از بقیه کشورها و در گروه خوب قرار دارد. در این معیار آذربایجان، قرقیزستان، لبنان و ارمنستان در گروه متوسط؛ پاکستان، اردن، سوریه و امارات در گروه نسبتا ضعیف؛ عربستان، عمان و ترکیه در گروه ضعیف قرار دارند.

بر اساس معیار سهم تجارت کالاهای سرمایه‌ای از کل تجارت، کشورهای ارمنستان، قزاقستان و آذربایجان در گروه خوب؛ پاکستان، لبنان، ترکیه و عمان در گروه متوسط؛ عربستان، ایران و امارات در گروه نسبتا ضعیف؛ و کشورهای سوریه، قرقیزستان، گرجستان و اردن در گروه کشورهای ضعیف قرار دارند.

بر اساس معیار میزان مقالات هم تالیفی، کشورهای قرقیزستان، سوریه و گرجستان در گروه خوب؛ ارمنستان، قزاقستان، امارات، و عمان در گروه متوسط؛ آذربایجان، لبنان، اردن و عربستان در گروه نسبتا ضعیف و کشورهای پاکستان، ایران و ترکیه گروه کشورهای ضعیف را تشکیل می‌دهند.

بر اساس معیار میزان ارجاع و استناد به مقالات، ایران از شرایط بهتری برخوردار بوده و در کنار کشور ترکیه و لبنان در گروه خوب قرار دارد. کشورهای امارات، عمان، سوریه و عربستان در گروه متوسط؛ کشورهای گرجستان، ارمنستان و قرقیزستان در گروه نسبتا ضعیف؛ و کشورهای اردن، آذربایجان و قزاقستان در گروه ضعیف قرار دارند.

Archive of SID

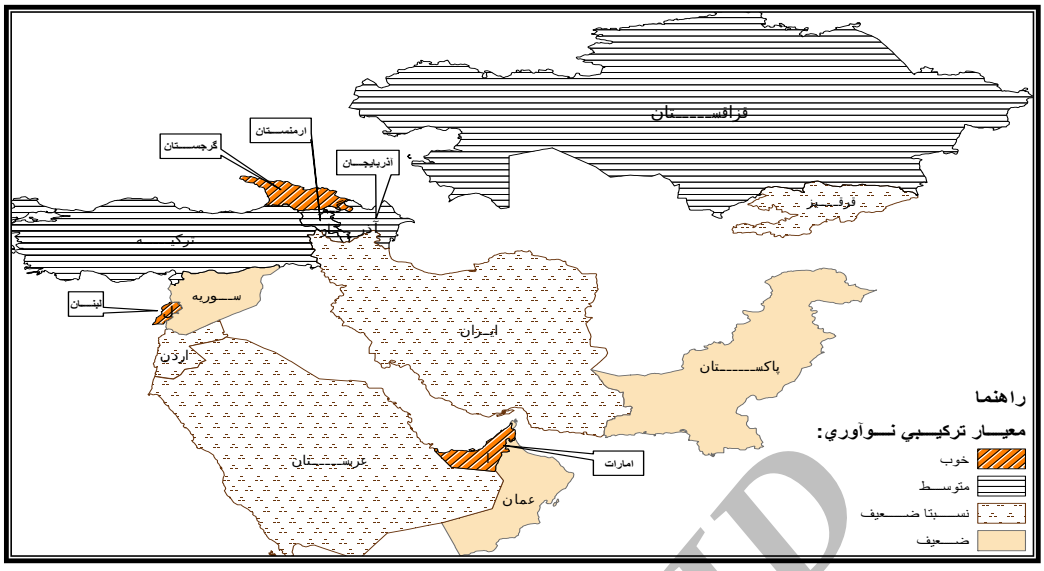
www.SID.ir

بر اساس معیار ترکیبی (مجموع معیارهای ارزیابی)[۱]نوآوری، حاصل از پرومته؛ لبنان، گرجستان، امارات متحده عربی در گروه «کشورهای با وضعیت نوآوری خوب»؛ ارمنستان، آذربایجان، ترکیه و قزاقستان در گروه «کشورهای با وضعیت نوآوری متوسط»؛ ایران، عربستان، اردن و قرقیزستان در گروه «کشورهای با وضعیت نوآوری نسبتا ضعیف»؛ و عمان، پاکستان و سوریه در گروه «کشورهای با وضعیت نوآوری ضعیف» قرار گرفتند (شکل ۲). به عبارت دیگر براساس معیار ترکیبی نوآوری کشورهای لبنان، گرجستان، امارات، ارمنستان، آذربایجان، ترکیه و قزاقستان رتبه‌های اول تا هفتم را به خود اختصاص داده‌اند؛ و کشورهای، عربستان، اردن، قرقیزستان، عمان، پاکستان و سوریه پس از ایران رتبه نهم تا چهاردهم می‌باشد. بنابراین در یک جمع‌بندی می‌توان گفت که ایران نظام نوآوری جمهوری اسلامی از نظر بسترها (مانند پرورش نیروی انسانی و به تبع آن تولید مقالات علمی و مهندسی) بطور نسبی برونداد مناسبی داشته است ولی پیامدهای نظام نوآوری که در قالب تجاری سازی و تولید ثروت برای جامعه خود را نشان می‌دهد موفق نبوده است، این یافته‌ها تا حدودی با نتایج یافته‌های طباطبائیان و همکاران در خصوص توانمندی نوآوری ایران بر اساس شاخص ترکیبی [۴۵] تایید می‌شود.

در این تحقیق، برای تکمیل یافته‌های فوق، برنامه‌های نوآوری در برخی کشورهایی که رتبه آنها از ایران برتر بودند و همچنین این اطلاعات از طریق اسناد یونسکو [۴۰] قابل حصول بود (یعنی کشورهای عربی، قزاقستان و ترکیه) بررسی شده است. این بررسی نشان می‌دهد که: در کشورهای عربی، نوآوری هنوز به عنوان بخش مهمی در فرایند توسعه علم و فناوری دیده نشده و پیوند میان تحقیق و توسعه بخش خصوصی و بخش عمومی و همچنین پیوند دانشگاه و مراکز پژوهشی ضعیف می‌باشد. بنابراین در یک نتیجه‌گیری اولیه می‌توان گفت که برتری کشورهای عربی در مقایسه با ایران، به خاطر عملکرد ضعیف ایران می‌باشد (نه به دلیل عملکرد خوب کشورهای عربی). کشور قزاقستان برای تقویت نوآوری، نظام ملی نوآوری و پارک‌های فناوری را ایجاد کرده است، و به منظور تقویت ظرفیت علمی و نوآوری، در حال ایجاد مدارس تیزهوشان (با هدف کشف و پرورش نخبگان و تقویت تفکر انتقادی و خلاق) در نقاط مختلف کشور می‌باشد. با این حال هنوز یک برنامه جامع اجرایی در زمینه نوآوری ندارد. در کنار این مسائل، پیر شدن پرسنل پژوهشی، احتمال کاهش تعداد دانشجویان مقطع دکترا در سال‌های آتی و در نتیجه کمبود دانشمندان و متخصصان در سال‌های آتی از مهمترین تهدیدهای نظام نوآوری کشور قزاقستان می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد که در سال‌های آتی کشور قزاقستان در مقایسه با ایران، از نظر کمیت محققان و دانشمندان با مشکل مواجه گردد. کشور ترکیه از ابتدای قرن جدید سرمایه‌گذاری در علم، فناوری و نوآوری را یکی از اولویت‌های خود قرار داده است. تدوین پروژه آینده‌نگاری ۲۰۲۰؛ تهیه استراتژی علم، فناوری و نوآوری؛ تدوین برنامه همکاری علمی با اروپا؛ تصویب برنامه پنجساله علم و فناوری؛ تدوین برنامه میان‌مدت ۱۰-۲۰۰۸ و تاکید بر افزایش مهارت‌های نوآوری بخش خصوصی در این برنامه؛ افزایش کمیت و کیفیت دانشمندان و پرسنل فنی؛ افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه و تقویت نوآوری‌های فناورانه در بنگاه‌های خصوصی؛ تقویت همکاری میان دانشگاه و بخش خصوصی در پروژه‌های تحقیق و توسعه؛ افزایش تعداد بنگاههای جدید نوآورمحور؛ و بازنگری اساسی در سرفصل‌های آموزش مقاطع ابتدایی و متوسطه از جمله گام‌های مهم این کشور برای تقویت توان علمی و نوآوری می‌باشد [۴۰]. مشاهده می‌شود که در میان کشورهایی که برتر و یا همتراز ایران هستند، کشور ترکیه حداقل به لحاظ شکلی و ظاهری، برنامه نسبتا بهتری برای تقویت نوآوری دارد که بخشی از این برنامه‌ها را در چند سال اخیر تدوین کرده است.

۱- نتیجه بدست آمده، حاصل ۱۲ شاخص می‌باشد. به‌دلیل کمبود اطلاعات تمام شاخص‌های مد نظر بانک جهانی برای ارزابی مورد استفاده قرار نگرفته است.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲) گروه‌بندی نهایی بر اساس معیار ترکیبی نوآوری (نتایج حاصل از انجام پرومته)

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مطالعه حاضر یک ترازیابی از وضعیت نوآوری در منطقه آسیای جنوب غربی است و از نکات مثبت این ترازیابی، زمان انجام پژوهش یعنی شروع برنامه پنجم و مصادف با تصویب نقشه جامع علمی کشور می‌باشد (البته با اغماض اینکه اطلاعات به چند سال قبل می‌گردد و همچنین با در نظر گرفتن اینکه به دلیل محدودیت اطلاعات، همه معیارهای نوآوری در ارزیابی لحاظ نشده است).

نتایج مطالعه حاکی از آن است که ایران در میان ۱۴ کشور مورد مطالعه در حد وسط و میانه قرار دارد که این جایگاه برای جمهوری اسلامی ایران، رتبه مناسبی نبوده و با اهداف ترسیم شده در سند چشم‌انداز بیست‌ساله (دستیابی به جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در منطقه آسیای جنوب غربی با تاکید بر جنبش نرم افزاری و تولید علم) و همچنین اهداف علمی و نوآوری کشور (دستیابی به رتبه اول بر اساس شاخص نوآوری و شاخص فناوری) فاصله زیادی دارد: کشور ایران براساس معیار «میزان انتشارات علمی» هم اکنون در جایگاه بهتر قرار دارد و در سال‌های اخیر، رشد خیلی خوب داشته است اما به نظر می‌رسد که یا مقالات تدوین شده در راستای اولویت‌های توسعه‌ای و منطبق بر نیاز و شرایط کشور نبوده و یا اینکه مدیریت پژوهشی کشور نتوانسته دانش تولید شده را به نوآوری و فناوری و سپس به ثروت تبدیل کند؛ این نقصان با مقایسه رتبه ایران در دو معیار «تولید مقالات علمی» و «دریافت پتنت‌ها» مشهود است. در این خصوص لازم است که مراحل تولید دانش، تولید فناوری، نوآوری و تولید ثروت آسیب‌شناسی شود و حلقه‌های معیوب ترمیم گردد. همچنین برای برنامه‌ریزی آتی، ضروری است که سیاستگذاران براساس نظام برنامه‌ریزی آینده‌نگاری، نیازهای آینده را شناسایی نموده و متناسب با آن نظام تحقیق و توسعه و تولید علم و فناوری را پیاده کنند (مانند کشور ژاپن). همچنین ضروری است که معیارهای ارزیابی جامعه علمی کشور از شاخص‌هایی مانند تولید مقاله برای مجلات خارجی به سمت تولیدات علمی بر اساس میزان کاربردی بودن و تطابق آن با نیازهای کشور سوق داده شود.

رتبه ایران بر اساس معیار «نرخ ثبت‌نام در رشته‌ای علمی و مهندسی» و معیار «تعداد محققان تحقیق و توسعه» حاکی از آن است که ایران از نظر نیروی کار جوان، پتانسل بالقوه بالایی برای ارتقای ظرفیت علمی و نوآوری کشور دارد لیکن این پتانسیل‌ها هنوز نتوانسته به محصولات نهایی و اثرگذار در جامعه (مانند تولید محصولات صنعتی، تولید کالاهای سرمایه‌ای به عنوان محصولات نظام نوآوری) تبدیل شود. بنابراین حلقه رابط پژوهش و بازار معیوب است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱) مقدار شاخص‌ها، وزن معیارهای مورد استفاده، نوع تابع، آستانه غیرترجیح (q) و آستانه ترجیح شدید (p)

	میزان سرمایه‌گذاری خارجی در کشور (درصدی از GDP)	میزان سرمایه‌گذاری کشور در خارج (درصدی از GDP)	نرخ ثبت‌نام در رشته‌های علوم و مهندسی (٪)	تعداد محققان تحقیق و توسعه (به ازای میلیون نفر جمعیت)	هزینه تحقیق و توسعه (درصدی از GDP)	تجارت محصولات صنعتی (درصدی از GDP)	تعداد مقالات علمی و مهندسی (به ازای میلیون نفر جمعیت)	پتنت دریافتی بین‌المللی (به ازای میلیون نفر جمعیت)	صادرات فناوری پیشرفته (درصدی از صادرات صنعتی)	سهم تجاری کالای سرمایه‌ای (از کل تجارت)	تعداد مقالات هم تالیفی (٪)	میانگین ارجاع به مقالات به ازای هر مقاله
ایران	۰/۰۶	۰/۲۷	۴۰/۵۲	۱۲۷۲	۰/۵۹	۶/۳۸	۳۸/۱۴	۰/۰۲	۶/۱۷	۰/۰۲	۲۶/۳	۱/۲۳
ارمنستان	۰/۰۵	۵/۶۱	۶/۵۷	۱۶۳۸	۰/۲۱	۲۸/۰۸	۵۹/۶۱	۰/۴۶	۲/۰۳	۴/۹۳	۶۱/۰۹	۰/۷۶
آذربایجان	۷/۹۴	۳۱/۸۴	۷	۱۲۰۳	۰/۲۲	۱۶/۲۷	۱۳/۸۱	۰/۱۲	۳/۹۴	۰/۰۸	۵۳/۷۱	۰/۴۴
گرجستان	۰/۱۱	۱۱/۰۲	۱۳/۹۷	۲۱۰۴	۰/۱۸	۳۶/۲۵	۳۲/۳۳	۰/۷۲	۷/۱۲	۰/۰۰۳	۶۲/۹۹	۰/۷۹
اردن	۰/۱۴	۱۱/۸۵	۲۲/۲۹	۵۰	۰/۳۴	۷۶	۵۰/۷۸	۰/۲۲	۱/۱۲	۰/۰۰۱	۴۸/۲۲	۰/۶۶
قرقیزستان	۰/۵۱	۴/۷۱	۱۶/۹۹	۳۹۷	۰/۲	۴۲/۸۸	۲/۹۲	۰/۰۱	۲/۴۴	۰/۰۱	۸۰	۰/۷۴
لبنان	۰/۵۵	۱۰/۸۴	۲۳/۵	۴	۰/۳	۳۱/۵۲	۵۸/۲۷	۰/۸۵	۲/۳۹	۰/۰۴	۵۳/۴۵	۱/۱
عمان	۰/۸۴	۲/۹۱	۲۰/۹۸	۳/۴۳	۰/۱۷	۲۷/۴۱	۴۴/۲۲	۰/۰۸	۰/۴۶	۰/۰۲	۵۳/۹۴	۰/۹۲
پاکستان	۰/۰۵	۲/۰۸	۱۰/۲۱	۸۰/۲۷	۰/۴۴	۲۲/۴۱	۳/۱۷	۲/۰۲	۱/۳۷	۰/۰۶	۳۹/۵۵	۱/۰۴
عربستان	۰/۷۷	۳/۲۳	۲۵/۸۶	۴۲	۰/۱۱	۲۴/۶۳	۲۴/۹۳	۰/۰۸	۰/۶۱	۰/۰۲	۴۰/۲۶	۰/۹
سوریه	۰/۲	۱/۵۳	۲۰	۲۳/۲۴	۰/۱۲	۲۸/۳۴	۴/۰۷	۰/۰۵	۰/۸۲	۰/۰۱	۶۴/۰۳	۰/۹۱
ترکیه	۰/۲۲	½	۲۰/۸۴	۵۷۷/۱۴	۰/۷۶	۲۹/۵۸	۱۰۸	۰/۳۱	۰/۳۸	۰/۰۳	۱۸/۶۴	۱/۰۷
امارات	۲/۱	۷/۷۷	۲۰/۹۳	۳۰	۰/۲	۴۰/۶۶	۵۵/۸۶	۱/۰۷	۰/۶۶	۰/۰۲	۵۸/۷۷	۰/۹۵
قزاقستان	۰/۰۱	۷/۲۵	۲۰	۷/۸۳	۰/۲۸	۳۰/۶	۶/۳۴	۰/۱۲	۲۳	۰/۲۵	۵۹/۵۲	۰/۴۲
وزن	۱۰/۵	۶	۵	۱۱	۹/۵	۶/۵	۵/۵	۱۹	۱۱/۵	۹	۳	۳/۵
نوع تابع	Type V	Type V	Type V	Type V	Type V	Type V	Type V	Type V	Type V	Type V	Type V	Type V
مقدار q	۰/۰۵	۱/۵	۲	۱۰۰	۰/۰۶	۵	۱۰	۰/۱۰	۰/۲۵	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱۰
مقدار p	۰/۲	۴/۵	۵	۵۰۰	۰/۲۵	۲۱	۳۵	۰/۳۵	۰/۷	۰/۰۳	۲۲	۰/۲۸

Archive of SID

www.SID.ir

برای ترمیم این حلقه معیوب می‌بایست در سیاست‌گذاری‌های تحقیق و توسعه و توسعه علم و فناوری در کشور، جایگاه ویژه‌ای برای «انتقال فناوری» تعریف شود و یا اینکه بخشی از تحقیق و توسعه را به بنگاه‌ها و بخش خصوصی واگذار کنند تا تحقیقات برخواسته از نیازها باشد و انگیزه‌ها تقویت گردد.

همچنین نتایج مطالعه نشان می‌دهد که ایران براساس معیار «سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی» جایگاه مطلوبی ندارد که یکی از مولفه‌های تاثیرگذار آن ایجاد امنیت سرمایه‌گذاری است که در صورت تحقق مناسب آن، انتقال فناوری نیز انجام خواهد گرفت و بنابراین تاثیر مضاعف در ظرفیت فناوری و نوآوری کشور خواهد داشت.

در کنار نتایج فوق، موضوع قابل تامل‌تر اینکه این نتایج و رتبه‌ها در حالی برای کشور ایران حاصل شده است که، با اینکه برخی از کشورهای منطقه (مانند کشورهای عربی) برنامه منسجمی برای نظام نوآوری ندارند. بنابراین رتبه متوسط و نه چندان مطلوب ایران نه به دلیل عملکرد خوب آن کشورها می‌باشد، بلکه ناشی از عملکرد ضعیف سیاست‌گذاری علم و فناوری و نوآوری در ایران می‌باشد.

به نظر می‌رسد با توجه به اینکه پایه تمام برنامه‌ریزی‌های مناسب داشتن اطلاعات صحیح و سنجش دقیق است، لذا اولین گام برای تقویت نوآوری در کشور تدوین معیارهای مناسب پایش نوآوری، و سنجش و ارزیابی آن در بخش‌ها و سطوح مختلف در دوره‌های کوتاه مدت می‌باشد.

منابع References

[۱] نوروزی، عبدالرضا، حسن‌زاده، محمد و نورمحمدی، حمزه‌علی، ۱۳۸۸، سنجش علم، فناوری و نوآوری (مفاهیم و شاخص‌های بین‌المللی)، تهران: مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.

[۲] مومنی، فرشاد، و شمسی، زهرا، ۱۳۸۶، "الزامات نهادی اقتصاد دانایی محور و میزان رعایت آن در قانون برنامه چهارم توسعه"، فصلنامه اقتصاد و جامعه، ۲(۱۱)،. صص. ۱۰۳-۹۷ .

[۳] قاضی‌نوری، سپهر، و قاضی‌نوری، سروش، ۱۳۸۷، "استخراج راهکارهای اصلاح نظام ملی نوآوری ایران با تکیه بر مطالعه تطبیقی کشورهای منتخب"، فصلنامه سیاست علم و فناوری، ۱(۱)، صص. ۸۰-۶۴ .

[۴] انتظاری، یعقوب. ۱۳۸۴، "اقتصاد نوآور: الگویی جدید برای تحلیل و سیاست‌گذاری توسعه علوم، فناوری و نوآوری"، فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، ۳۵ و ۳۶ ، صص. ۲۵۵-۲۱۹.

[5] Lederman, D. and Maloney, W.F., 2003, "R&D and Development", Policy Research, Working Paper 3024, World Bank, Washington.

[6] Guellec, D. and Pottelsberghe, B.V., 2001. "R&D and productivity growth: panel data analysis of 16 OECD countries", OECD Economic Studies, 33(2), pp. 103-126.

[7] Guellec, D. and Pottelsberghe, B.V., 2004. "From R&D to Productivity Growth: The Sources of knowledge spillovers and their interaction", Oxford Bulletin of Economics and Statistics.

[8] Lederman, D. and Saenz, L., 2005, "Innovation and Development around the World, 1960-2000, World Bank Policy Research Working", Paper 3774, November.

[9] Bassanini, A. and Scarpetta, S., 2001, "The driving forces of economic growth: panel data evidence for the OECD countries", OECD Economic Studies, 33.

[10] Chen, D. and Dahlman, C.J., 2005, "The Knowledge economy, the KAM Methodology and World Bank Operation", Washington, DC: World Bank Institute, working paper 20433, Available from: http://papers.ssrn.com.

[۱۱] رحمانی، تیمور و حیاتی، سارا، ۱۳۸۶، "بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید: مطالعه بین کشوری"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۹(۳۳)، صص. ۵۱-۲۵.

[12] Behzadian, M., Kazemzadeh, R.B., Albadvi, A. and Aghdasi, M., 2009, "PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications", European Journal of Operational Research, 200(1), pp. 198-215.

[13] Chou, T.Y., Lin, W.T., Lin, C.Y., Chou, W.C. and Huang, P.H., 2004, "Application of the PROMETHEE technique to determine depression outlet location and flow direction in DEM", Journal of Hydrology volume, 287, pp 49–61.

[14] Soltanmohammad, H., Osanloo, M., Rezaei, B. and Aghajani Bazzazi, A., 2008, "Achieving to some outranking relationships between post mining land uses through mined land suitability analysis", International Journal of Environmental Science and Technology, 5(4), pp. 535-546.

[15] Niknafs, A., Moghaddam, N., Hosseini Nasab, S.M. and Niknafs, A., 2010, "Towards a Self Regulating Process of Pairwise Comparison in AHP", 2010 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology, Milano, Italy, 15 – 18 September.

[16] Zak, J. and Sawicka, H., 2010, "Application of MCDM/A Methods to Ranking Different Variants of the Distribution System", 12th WCTR, Lisbon, Portugal, July 11-15.

[17] Qi, Y., Wen, F., Wang, K., Li, L. and Singh, S.N., 2010, "A fuzzy comprehensive evaluation and entropy weight decision-making based method for power network structure assessment", International Journal of Engineering, Science and Technology, 2(5), pp. 92-99.

[18] Wu, J., Sun, J., Liang, L. and Zha, Y., 2011, "Determination of weights for ultimate cross efficiency

Archive of SID

www.SID.ir

using Shannon entropy", Expert Systems with Applications, 38, pp. 5162–5165.
[19] Zhao, X., Qi, Q. and Li, R., 2010, "The establishment and application of fuzzy comprehensive model with weight based on entropy technology for air quality assessment", Symposium on Security Detection and Information Processing, 7, pp. 217–222, available from: www.sciencedirect.com
[20] Mansury, M.A. and James, H.L., 2008, "Innovation, productivity and growth in US business services", Technovation, 28, pp. 52–62.
[21] Carlsson, B., 2006, "Internationalization of innovation systems: A survey of the literature", Research Policy, 35(1), pp. 56-67.
[22] Metcalfe, S. and Ramlogan, R., 2008, "Innovation systems and the competitive process in developing economies", The Quarterly Review of Economics and Finance, 48(2), pp. 433-446.
[۲۳] طباطبائیان، حبیب‌الله، و پاکزاد بناب، مهدی، ۱۳۸۵، "بررسی سیستم‌های سنجش نوآوری و ارائه چارچوبی برای سنجش نوآوری در ایران"، فصلنامه مدرس علوم انسانی، ۱۰(۱)، پیاپی ۴۴، صص. ۱۸۹-۱۶۱.
[۲۴] عبدلی، قهرمان، ۱۳۸۶، "نظام ملی نوآوری، ابداعات و جهش اقتصادی"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۳۱ ، صص. ۱۲۶-۱۰۳.
[25] Worldbank, 2009, "knowledge for development: Innovation System", available from http://info.worldbank.org/etools/kam2
[۲۶] مومنی، منصور، ۱۳۸۷، "مباحث نوین در تحقیق عملیات"، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
[۲۷] طاهرخانی، مهدی، ۱۳۸۶، "کاربرد تکنیک TOPSIS در اولویت‌بندی مکانی استقرار صنایع تبدیلی کشاورزی در مناطق روستایی"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، ۶(۳)، صص. ۷۳-۵۹.
[28] Brans, J. and Mareschal, B., 2005, "PROMETHEE method cited at: Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys, Springer, NewYork.
[29] Hu, Y.C., 2010, "A single-layer perceptron with PROMETHEE methods using novel preference indices", Neurocomputing, 73, pp. 2920-2927.
[۳۰] بشیری، مهدی، توکلی، محمدرضا و امیری، امیرحسین، ۱۳۸۹، "ارزیابی کارایی زیربخش زراعت با استفاده از رویکرد تلفیقی برنامه‌ریزی خطی و پرامیتی در ایران و کشورهای منطقه"، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۸(۷۰)، صص. ۱۰۲-۷۹..
[31] Albadvi, A., Chaharsooghi, S. and Esfahanipour, A., 2007, "Decision making in stock trading: An application of PROMETHEE", European Journal of Operational Research, 177, pp. 673–683.
[32] Hunjak, T., 1997, "Mathematical foundations of the methods for multicriterial decision making", Mathematical Communications, 2, pp. 161-169.
[33] Dias, L.C., Costa, J.P. and Climaco, J.L., 1998, "A parallel implementation of the PROMETHEE method (Theory and Methodology)", European Journal of Operational Research, 104, pp. 521-531.
[34] Zhang, H., Gu, C.L., Gu, L.W. and Zhang, Y., 2010, "The evaluation of tourism destination competitiveness by TOPSIS & information entropy - A case in the Yangtze River Delta of China", Tourism Management, 32(2), pp. 443-451.
[35] Wu, J.Z. and Zhang, Q., 2011, "Multicriteria decision making method based on intuitionistic fuzzy weighted entropy", Expert Systems with Applications, 38, pp. 916–922.
[36] Wang, T.C. and Lee, H.D., 2009, "Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights", Expert Systems with Applications, 36, pp. 8980–8985hu.
[37] Shanian, A. O. Savadogo, 2006, "A material selection model based on the concept of multiple attribute decision making Materials and Design" 27 (329–337).
[38] Wang, J.-J. Z.Chun-Fa, J.You-Yin, Z.Guo-Zhong, 2008, "Using the fuzzy multi-criteria model to select the optimal cool storage system for air conditioning", Energy and Buildings 40 (2059–2066).
[39] Zhi-hong.Z, Y. Yi, S. Jing-nan, 2006, "Entropy method for determination of weight of evaluating in fuzzy synthetic evaluation for water quality assessment", Journal fo environ mental science, Vol. 18 No. 5, pp 1020-1023.
[40] UNESCO, 2010, Science Rport: The Current Status of Science around the World, UNESCO publishing, pg 201, 235, 251, 323 , 349.
[41] Ballis ,A. and G. Mavrotas, 2007, "Freight village design using the multicriteria method PROMETHEE", Operational Research. An International Journal.. Vo17., No.2, pp. 213-232.
[۴۲] ماجدی، علی، ۱۳۸۶، " نقش منطقه‌گرایی آسیای جنوب غربی در فرایند جهانی شدن، مجموعه مقالات همایش بین‌المللی آینده‌ای مطمئن برای آسیای جنوب غربی"، تهران: دبیرخانه مجمع تشخیص مصلحت نظام ، صص۹۰-۶۱
[۴۳] قاسمی، مجید (۱۳۸۶) "بررسی وضعیت اقتصادی منطقه آسیای جنوب غربی، مجموعه مقالات همایش بین‌المللی آینده‌ای مطمئن برای آسیای جنوب غربی"، تهران: دبیرخانه مجمع تشخیص مصلحت نظام، صص ۳۲۷-۳۱۰
[44] Mergias I., K. Moustakas, A.Papadopoulos, M.Loizidou, 2007, "Multi-criteria decision aid approach for the selection of the best compromise management scheme for ELVs: The case of Cyprus", Journal of Hazardo us Materials 147 (706–717).
[۴۵] طباطبائیان، سید حبیب‌الله، نقی‌زاده، رضا، خالدی، آرمان، نقی‌زاده، محمد ،۱۳۸۹، "شاخص ترکیبی پایش توانمندی فناوری: بررسی وضعیت توانمندی فناوری ایران و ۶۹ کشور دنیا"، فصلنامه سیاست علم و فناوری، ۲(۴)، صص۹۲-۷۷.

Archive of SID

www.SID.ir