

پیچیدگی اقتصادی، رویکردی نوین برای سنجش تجاری سازی تولیدات علمی و فناورانه

محمد مهدی احمدیان دیوکتی^۱، حسنعلی آقاجانی^۲
میثم شیرخدایی^۳، امیرمنصور طهرانچیان^۴



تاریخ ارسال: ۱۳۹۷/۶/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۶

چکیده

هدف هدف تحقیق حاضر، معرفی رویکرد پیچیدگی اقتصادی جهت سنجش میزان موفقیت تجاری سازی تولیدات علمی و فناورانه است. روش: از آنجاکه رویکرد پیچیدگی اقتصادی مبتنی بر آن است که محصولات تولید شده کشورها می توانند معرف میزان علم، فناوری و مهارت مورد نیاز برای تولید آنها باشند، سعی در محاسبه میزان انباشت دانش و مهارت نهفته در اقتصاد دارد. لذا، در این پژوهش ابتدا تولیدات علمی و فناورانه کشورهای منتخب بررسی شد و در ادامه، برای سنجش سهم تولیدات علمی و فناورانه کشورهای منتخب در اقتصاد، به معرفی شاخص پیچیدگی اقتصادی و نحوه محاسبه آن پرداختیم.

یافته ها: یافته های تحقیق نشان می دهد درک رویکرد پیچیدگی اقتصادی و استفاده از آن می تواند به ما در سنجش دانش و مهارت و روند آن در اقتصاد کشورها کمک شایانی کند. همچنین، یافته ها نشان می دهد هر چند رشد تولیدات علمی کشورهای منتخب در

ahmadianmehdi@yahoo.com

aghajani@umz.ac.ir

shirkhodaie@umz.ac.ir

a.tehranchian@umz.ac.ir

۱. دانشجوی دکتری سیاست گذاری علم و فناوری دانشگاه مازندران.

۲. عضو هیئت علمی دانشگاه مازندران.

۳. عضو هیئت علمی دانشگاه مازندران.

۴. عضو هیئت علمی دانشگاه مازندران.

حال توسعه از کشورهای توسعه‌یافته بیشتر بوده است، در ثبت اختراع و تجاری‌سازی این علوم، کشورهای توسعه‌یافته منتخب‌ترین موفقیت را داشته‌اند. این سنجش با استفاده از شاخص پیچیدگی اقتصادی، به خوبی قابل مشاهده است.

نتایج: انتشار مقاله‌های علمی فقط با هدف نمایش تعداد آنها و بدون در نظر گرفتن کیفیت، محتوا و کاربرد آنها در دنیای واقعی، تأثیر چندانی در تولید محصولات دانش‌بنیان، پیشرفت علمی و توسعه اقتصادی نخواهد داشت لذا به کارگیری شاخص پیچیدگی اقتصادی می‌تواند به عنوان روشی ارزشمند برای سنجش میزان موفقیت دانش نظری و فنی در عرصه کاربردی و عملی، مورد توجه سیاست‌گذاران و مسئولان قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: توليدات علمی، توليدات فناورانه، تجاری‌سازی، پیچیدگی اقتصادی.

۱. مقدمه

عصر کنونی به درستی عصر علم و فناوری خوانده شده است. پیشرفت بشر در عرصه‌های مختلف دانش سبب شگفتی شده است به طوری که با هر اختراع و کشف جدید، راه برای ده‌ها کشف و اختراع دیگر باز می‌شود (نوروزی، چالکی و مددی، ۱۳۹۳). تولید علم و تحرک علمی با رونق و پیشرفت فناوری کاملاً مرتبط است و فن و فناوری از لوازم زیست انسان معاصر شمرده می‌شود. در حقیقت، تولید و بسط و گسترش علم تأثیر بسیار عمیقی در تمام حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور دارد. به بیان دیگر، تولید و توسعه علمی به عنوان محرک اصلی توسعه همه‌جانبه و پایدار کشورها، نقش مهمی بر عهده دارد. در قرن حاضر، دانش و فناوری برجسته‌ترین عناصر حیات اجتماعی و قدرت سیاسی و اقتصادی معرفی شده‌اند (سجادی و همکاران، ۱۳۹۴). موفقیت کشورها در آینده، به میزان و چگونگی رشد و تأثیر آنها در مناسبات علمی، پژوهشی و محصولات راهبردی آنها بستگی خواهد داشت. کشورها با پیشرفت مستمر در علم، فناوری و فرهنگ، توانسته‌اند سطح استانداردها را پیوسته ارتقا دهند، تا آنجا که در عرصه‌های ملی و فراملی، بازارهای گسترده جهانی را تحت تسلط خود و دانش و فناوری‌های نوین خویش قرار داده‌اند. کاربردی کردن دانش و سرآمد بودن در

فناوری، یکی از شاخص‌های اصلی توسعه جوامع است (کوه^۱ و همکاران، ۲۰۰۵). در تمامی مدل‌های رشد اقتصادی، دانش و فناوری نقشی محوری دارد و پیشرفت آن، موتور محرکه رشد اقتصادی به‌شمار می‌رود. شکل‌گیری اقتصاد دانش‌بنیان یکی از سیاست‌های اصلی جوامع امروز و عامل اصلی رشد در این اقتصاد، خلق فناوری، دانش جدید و به‌کارگیری فناوری پیشرفته است. از حدود یک دهه اخیر در اروپا، آمریکا، ژاپن و برخی دیگر از کشورهای توسعه یافته، به فرایند ارزیابی دستاوردهای اجتماعی - اقتصادی نوآوری، توجه جدی شده است (کوزنس^۲ و همکاران، ۲۰۰۲). رشد اقتصادی پایدار عمدتاً از طریق تحولات دانش و فناوری و سرمایه انسانی توضیح داده می‌شود. فعالیت‌های تحقیق و توسعه، از منابع اصلی ایجاد تحول در حوزه تولید دانش و فناوری در یک کشور است (اولیاء و قانعی، ۱۳۹۲). مشخص است که برای رسیدن به رشد اقتصادی، ایجاد و نشر دانش فناورانه در درون مرزهای یک کشور اهمیت بسیاری دارد. طی سالیان اخیر در ایران نیز نهادهای سیاست‌گذار تلاش کرده‌اند زمینه توسعه علم و فناوری را با هدف رشد اقتصادی در ابعاد مختلف فراهم آورند (یحیی زاده فرو همکاران، ۱۳۹۶).

دانشی که در نتیجه پژوهش‌ها در مراکز دانشگاهی تولید می‌شود، اگر جنبه کاربردی نیابد و در نهایت به محصول، خدمت یا فناوری تبدیل نشود، از نظر اقتصادی دانش بیهوده‌ای تلقی می‌شود و ارزش افزوده‌ای برای جامعه ایجاد نمی‌کند (زارع و سلام‌زاده، ۱۳۹۱: ۸۶). برای اندازه‌گیری میزان دانش به‌کار رفته در تولیدات یک کشور، شاخص‌های مختلفی وجود دارد. یکی از این شاخص‌ها، پیچیدگی اقتصادی^۳ است (پژم و سلیمی فر، ۱۳۹۴) که «هیدالگو و هاسمن»^۴ (۲۰۰۹) آن را برای سنجش پیچیدگی اقتصاد

1. Koh.

2. Cozzens.

3. Economic complexity index.

4. Hidalgo & Hausmann.

کشورها پیشنهاد کرده‌اند. براساس تحلیل این گروه، میزان دانش کشورها نسبت مستقیمی با انواع محصولات تولید شده در آنها دارد. تولید هر محصول نیازمند دارا بودن دانش‌های خاص است. هرچه توليدات یک کشور متنوع‌تر باشد به معنای آن است که دانش شکل‌گرفته و مجتمع شده بیشتری در آن کشور وجود دارد (هیدالگو و هاسمن، ۲۰۰۹). توجه به تجاری سازی نتایج تحقیقات و نوآوری‌ها، یکی از نمودهای رويكرد پذیرش اهمیت علم و فناوری و قبول تأثیر مستقیم آن بر توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی است (اسنفلجانی، ۱۳۹۶). با افزایش اهمیت تجاری سازی و کاربردی کردن تحقیقات، تلاش‌های چشمگیری برای تجاری سازی تحقیقات در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در حال انجام است. از این‌رو، ارزیابی فعالیت‌های تجاری سازی و شناسایی معیارها و شاخص‌های اندازه‌گیری تجاری سازی علم و فناوری، ضروری به نظر می‌رسد. این شاخص‌ها با دنبال کردن مشخصه‌های در حال تغییر، هشدارهای زودهنگامی را درباره رویدادها و روندهایی که ممکن است توانایی علمی و فناورانه کشورها را در تأمین نیازهای ملی تضعیف کنند، فراهم می‌کنند. نکته مهم این است که شاخص‌ها مدام به روز می‌شوند. به همین دلیل، می‌توانند درباره رویدادها و روندهای محدودکننده توان علمی و فناورانه در برآوردن نیازهای اجتماع هشدار دهند. از این‌رو، باید شاخص‌های مناسب تعریف و اندازه‌گیری شوند و یافته‌های نهایی به کاربران ارائه گردد (نامداریان و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۴). استفاده از شاخص‌ها برای پایش و ارتقای فعالیت‌های تجاری سازی علم و فناوری و همین‌طور نتایج و پیامدهای آن برای بسیاری از ذینفعان حایز اهمیت است (ملکرز^۱، ۲۰۰۴). شاخص‌های سنجش با دروندادها، بروندادها و پیامدها سروکار دارد (لانگفورد^۲ و همکاران، ۲۰۰۶) و یا با «پتانسیل تجاری شدن» و «کاربرد» در ارتباط است (آروندل و ماکرو^۳، ۲۰۰۸).

1. Melkers.

2. Langford.

3. Arundel & Marco.

متداول‌ترین شاخص‌های سنجش تجاری‌سازی عبارتند از: ثبت اختراع، معاملات واگذاری مجوز و درآمد حاصل از واگذاری امتیازها، تعداد شرکت‌های زایشی، سرمایه‌گذاری صنعتی در تحقیق و توسعه و نظایر آن. برای گردآوری چنین داده‌هایی، شیوه استاندارد موجود نیست و این داده‌ها به عنوان آمارهای R&D ملی جمع‌آوری نمی‌شوند. بسیاری از این داده‌ها در سالنامه‌ها و دفاتر راهنمای آماری ثبت نمی‌شوند (فروزنده دهکردی و همکاران، ۱۳۹۲). به خاطر نبود تعریف‌های مشترک (برای مثال، نحوه شمارش ثبت اختراعات و توافق‌نامه‌های لیسانس)، متفاوت بودن جوامع هدف (به عنوان مثال، آیا جامعه آماری فقط شامل مؤسسات تحقیقاتی بوده یا کلیه مؤسسات آموزش عالی را زیر پوشش قرار داده است) و تفاوت در شیوه‌های برخورد با ارزش‌های مفقود شده، انجام مقایسه‌های بین‌المللی دشوار است (آرون‌دل و ماکرو، ۲۰۰۸). لذا شاخص پیچیدگی اقتصادی می‌تواند به عنوان روشی ارزشمند در جهت مقایسه کشورها و محصولات صادراتی مورد استفاده سیاست‌پژوهان و سیاست‌گذاران حوزه‌های مختلف علمی و فناورانه قرار گیرد. لذا در پژوهش حاضر ضمن بررسی تولیدات علمی و تعداد پتنت‌های ثبت شده ایران و کشورهای منتخب طی سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۰۵، جایگاه این کشورها را در عرصه پیچیدگی اقتصادی بررسی می‌کنیم تا درک بهتری از کاربردی شدن تولیدات علمی و اختراعات کشورها در عرصه تولید محصولات دانش‌بنیان و پیچیده^۱ در سطح جهانی حاصل شود. در نهایت، روند شاخص پیچیدگی اقتصادی ایران را تا سال ۲۰۲۵ پیش‌بینی خواهیم کرد.

۲. مرور مبانی نظری و پیشینه پژوهش

ایده معرفی شاخص پیچیدگی اقتصادی، توسط گروهی از دانشمندان و محققان دانشگاه‌های هاروارد و ام‌ای‌تی^۲ در سال ۲۰۰۶ کلید خورد. در این راستا، استاد برجسته

1. Complexity.

2. Harvard & MIT.

اقتصاد پروفیسور «ریکاردو هاوسمن»^۱ دانشگاه توسعه و رئیس مرکز توسعه بین‌المللی هاروارد و نیز «سزار هیدالگو»^۲ فیزیکدان جوان ماساچوست، با تشکیل گروه تحقیقاتی گسترده‌ای به مطالعه پیچیدگی اقتصادی و سپس فضای محصول پرداختند (هیدالگو و همکاران، ۲۰۰۷). پیچیدگی اقتصادی معیاری برای محاسبه دانش و مهارت در یک جامعه است که از طریق محصولات تولید شده در آن جامعه به این مهم می‌رسد زیرا ایدئولوژی مرتبط با آن بر این پایه استوار است که اگر ساخت یک محصول نیازمند نوع خاصی از دانش و مهارت باشد، می‌توان نتیجه گرفت کشورهایی که آن محصول را تولید می‌کنند دانش و مهارت مورد نیاز برای تولید آن را نیز دارند (بهار و همکاران، ۲۰۱۴). شواهد گویای آن است که رشد اقتصادی و درآمد کشورها، به تنوع محصولاتی که یک کشور تولید می‌کند وابسته است (کادوت^۳ و همکاران، ۲۰۱۳). بهترین داده‌های قابل دسترس از تولید کشورها، آمار صادرات کشورهاست که از پایگاه داده آماری تجارت کالای سازمان ملل به دست می‌آید. شاخص پیچیدگی اقتصادی هر کشور متوسطی از ارزش‌های کالاهای صادراتی آن کشور است (اشراقی، ۱۳۹۳). پیچیدگی اقتصادی معیاری برای محاسبه دانش و مهارت در یک جامعه است که از طریق محصولات تولید شده در آن جامعه به این مهم می‌رسد زیرا ایدئولوژی مرتبط با آن بر این پایه استوار است که اگر ساخت یک محصول نیازمند نوع خاصی از دانش و مهارت باشد، آنگاه می‌توان نتیجه گرفت کشورهای تولیدکننده، دانش و مهارت مورد نیاز برای تولید آن محصول را نیز دارند (بهار^۴ و همکاران، ۲۰۱۴). به دیگر سخن، محصولات تولید شده رد پای دانش و مهارت را به ما نشان می‌دهند (شاهمرادی و چینی‌فروشان، ۱۳۹۶). از آنجاکه پیچیدگی اقتصادی برای بیان میزان توانایی کشورها در تولید کالاهای پیچیده از رهگذر فراهم ساختن ساختارهای مناسب برای تعامل افراد در جهت انباشت

1. Ricardo Hausman.

2. Cesar Hidalgo.

3. Cadot.

4. Bahar.

دانش‌های مولد پراکنده و کاربردی کردن آن به کار می‌رود، محاسبه آن می‌تواند بستری را برای شناسایی موفقیت میزان تجاری سازی تولیدات علمی و فناورانه در اقتصاد کشورها فراهم کند.

اینکه چه کالاهایی دارای بیشترین سطح دانش و مهارت در خود هستند را می‌توان در پژوهش «ارکان ویلد ریملی» (۲۰۱۵) پیدا کرد. آنها پس از به‌کارگیری شاخص پیچیدگی محصول متوجه شدند که پیچیده‌ترین کالاها (با دانش و با مهارت‌ترین کالاها) در بازارهای جهانی، در رسته محصولات کارخانه‌ای قرار دارد که متضمن تحقیق و توسعه بودند و یا فعالیت‌های دانش‌بنیان و تکنولوژی بر، می‌باشند. در نتیجه، با کاهش سطح پیچیدگی، فرایند تولید نیز ساده‌تر می‌شود و تمایل به سمت کالاهای پایه‌ای‌تر و مواد خام پدیدار می‌گردد. «اینووا» (۲۰۱۶) در تبیین اینکه چگونه می‌توان از طریق تعداد محصولاتی که یک کشور می‌سازد، به سطح توسعه فناورانه آن کشور پی برد، تلاش‌هایی کرد. وی بیان می‌دارد که عمده تفاوت درآمدی بین کشورها به دلیل تفاوت در فناوری است که وی آن را قابل اندازه‌گیری می‌داند. از دیدگاه وی، شاخص پیچیدگی اقتصادی همان واحد اندازه‌گیری دانش و مهارت و در واقع برآوردی از این معیار ساده است. همچنین «شاهمرادی و چینی‌فروشان» (۱۳۹۶) در پژوهش خود ضمن بیان مفهومی شاخص پیچیدگی اقتصادی و پیچیدگی محصول، نحوه محاسبه این دو شاخص را از منظر تنوع و فراگیری به کار رفته در آنها بررسی کردند و در نهایت محصولات و اقتصادها را بر اساس میزان دانش و مهارت موجود در آنها رتبه‌بندی و سنجش نمودند.

در سال‌های اخیر، شناسایی، تقویت و فراهم کردن زمینه‌های لازم برای تولید و به‌کارگیری علم و فناوری در هر کشور، عمده‌ترین توجهات مسئولان و برنامه‌ریزان کشورها را به خود جلب کرده است. تولید علم یکی از پایه‌های اساسی توسعه دانایی است. تولید علم زمینه‌ساز ایجاد فناوری و در نتیجه سبب تولید، اشتغال و ثروت در جامعه می‌گردد. به غیر از تولیدات علمی، مقوله دیگری که در دنیای علم و فناوری مورد توجه بوده، نوآوری

در فناوری یا اختراعات و ابتکارهاست. تولید فناوری که نتیجه به کارگیری علم و فرایند نوآوری در عرصه عمل است، کاربردی کردن نتایج تولیدات علمی نیز هست. اختراعات ثبت شده از پرونده‌های مهم فرایند تحقیق و توسعه و از شاخص‌های مهم عملکردی سامانه علم و فناوری است (مجیدی و دهقانی، ۱۳۸۹). دانش تولیدی در دانشگاه‌ها برای ایجاد مزیت رقابتی و ایفای نقش توسعه‌ای خود باید توانایی تبدیل شدن به ثروت و درآمد را داشته باشد (محمودپور، ۱۳۹۵). از مؤلفه‌های اصلی هر نظام نوآوری، تولید فناوری است. از شاخصه‌های آن هم ثبت پتنت است. بنابراین، برای توسعه نظام ملی نوآوری باید انتشارات و مقاله‌های علمی به فناوری تبدیل و برای صنعت کاربردی شوند (حبیب زاده و نوروزی، ۱۳۹۶). لذا تجاری سازی به معنای تبدیل نتایج تحقیقات به محصولات، خدمات و فرایندهایی است که می‌تواند موضوع معاملات تجاری باشد (دونی^۱، ۲۰۰۵). طبق نظر «اسپیلینگ»^۲، تجاری سازی فراگرد تبدیل و دگرگونی دانش نظری موجود در نهادهای دانشگاهی در قالب برخی فعالیت‌های اقتصادی است (اسپیلینگ^۳، ۲۰۰۴). محققان و صاحب نظران مختلف در باب مدل‌های رایج در تجاری سازی دانش اظهار نظر کرده‌اند که در این قسمت به مرور مهم‌ترین آنها می‌پردازیم. مدل‌ها بیانگر مراحل، اقدام‌ها، جریان دانش و اطلاعات و عوامل انجام دهنده فعالیت‌های تجاری سازی است. در جدول ۱، مروری بر الگوهای جهانی تجاری سازی علم و فناوری و مقایسه آنها ارائه شده است.

1. Downie.
2. Spilling.
3. Spilling

جدول ۱. مقایسه مدل‌های تجاری سازی (منبع: سلامتی و همکاران، ۱۳۹۵)

عوامل محیطی						
بازخورد						
تجاری سازی	*					
محصول	*	*				
بازاریابی	*	*				
تولید	*	*				
آزمون / ارزیابی		*				
مهندسی						
بخش طراحی	*	*				
بخش تحقیق و توسعه	*	*				
پژوهش کاربردی						
پژوهش بنیادی						
ایده‌پردازی و پالایش ایده			*			
نهاده						
خلق یا کشف فرصت	*		*			
فشار فناوری	*		*			
کشش تقاضا	*		*			
برنامه‌ریزی استراتژیک		*				
مدل	تبدیلی توئینس	آرچر	فعالیت‌های مرحله‌ای	مرحله‌ای بخشی سازن	مبتنی برکشش تقاضا	

عوامل محیطی							
بازخورد							
تجاری سازی	*						
محصول			*				
بازاریابی			*				
تولید	*		*				
آزمون / ارزیابی							
مهندسی	*						
بخش طراحی	*		*				
بخش تحقیق و توسعه		*					
پژوهش کاربردی			*				
پژوهش بنیادی			*				
ایده پردازی و پالایش ایده		*					
نهاده							
خالق یا کشف فرصت					*		
فشار فناوری	*						
کشش تقاضا							
برنامه ریزی استراتژیک		*					
مدل	مبتنی بر فشار فناوری	روزن و ایکل	مرحله ای مبتنی بر منبع	فرآیند تجاری سازی	سود و شرمون	مدل کوپر	

عوامل محیطی							
بازخورد							
تجاری سازی		*	*				
محصول			*				
بازاریابی							
تولید	*						
آزمون / ارزیابی			*				
مهندسی				*			
بخش طراحی				*			
بخش تحقیق و توسعه			*				
پژوهش کاربردی	*						
پژوهش بنیادی	*						
ایده‌پردازی و پالایش ایده	*		*				
نهاده							
خلق یا کشف فرصت		*					
فشار فناوری			*				
کشش تقاضا			*				
برنامه‌ریزی استراتژیک							
مدل	مدل کوکوبو	سرکین و اندرو	زیگفلد و راثل	کازینگ ملون			

مطالعه تجاری سازی تحقیق و فناوری و ابعاد آن بسیار مهم است زیرا چنین تحلیل‌هایی از تجاری شدن، فراهم‌کننده مدارک مهمی برای تصمیم‌گیری کارا تر بیشتر مدیران و سیاست‌گذاران است. در حقیقت، موضوع تجاری سازی به عنوان یک زمینه جدید در حال حرکت به سمت جلو بوده و مورد توجه محققان قرار گرفته است (چن^۱ و همکاران، ۲۰۱۱؛ روثارمل^۲ و همکاران، ۲۰۰۷). در مطالعات مربوط به ارزیابی سنجش تجاری سازی تحقیقات دانشگاهی، معیارهای ارائه شده از سوی محققان شامل موارد زیر است:

1. Chen.
2. Rothaermel.

مجوز ثبت اختراع، مجوز انتشارات، ارزش درآمد مجوز، حق ثبت یا حق امتیاز، دانش‌آموختگانی که استخدام شده‌اند، سازوکارهای انتقال، شبکه‌های نوآوری، شبکه‌های اجتماعی، نوآوری‌های تولید، شرکت‌های دانشگاهی، موقعیت و تعداد کسب‌وکارهای نوپا، توانایی برای جذب بودجه‌های تحقیقاتی، سرمایه‌های مخاطره‌پذیر، سرمایه دانشگاه و شرکت دانشگاهی، سیاست‌های دانشگاه، راهبردها، ساختار سازمانی، هنجارهای نهادی، فرهنگ سازمانی، مشوق‌های سازمانی مانند تقسیم درآمد تجاری سازی بین گروه تحقیقاتی و دانشگاه، نظام ارتقا و اعتبار، بافت و زمینه دانشگاه، کیفیت و درجه اعضای هیئت علمی، انکوباتورها و مراکز رشد، پارک‌های علم و فناوری، انگیزه‌های فردی، تمایل به خطرپذیری و مجموعه مهارت کارآفرینان دانشگاهی، رضایت از کار و شناسایی فرصت‌ها با تکیه بر فشار بازار (فروزنده دهکردی و همکاران، ۱۳۹۲ به نقل از زارع^۱ و همکاران، ۲۰۱۱). در جدول ۲، به برخی دیگر از شاخص‌های سنجش تجاری سازی با توجه به مطالعات گذشته اشاره شده است:

جدول ۲. شاخص‌های سنجش تجاری سازی

نویسنده / نویسندگان	عوامل / شاخص‌ها	توضیحات
واگنرو و واکمن ^۲ (۲۰۱۶)	شاخص‌های مبتنی بر ثبت اختراع	عدم اطمینان درباره حفاظت از ثبت اختراعات، سرعت تجاری سازی را کاهش می‌دهد.
کاودار و آیدین ^۳ (۲۰۱۵)		شاخصی که می‌تواند نسل آینده منافع اقتصادی را تسهیل کند.
ری کووا و چوبوتوا ^۴ (۲۰۱۴)		بدون حمایت از مالکیت فکری، روند تجاری سازی غیرممکن است

1. Zare.
2. Wagner & Wakeman.
3. Cavdar & Aydin.
4. Rylkova, Chobotova.

نویسنده / نویسندگان	عوامل / شاخص‌ها	توضیحات
آریکا ^۱ و همکاران (۲۰۱۴)	فعالیت بازیگران شبکه (توزیع‌کنندگان، کاربران، مشتریان، تأمین‌کنندگان، سرمایه‌گذاران، مکمل‌ها،	- بازیگران شبکه پذیرش / انتشار و ایجاد بازارها را تسهیل می‌کنند؛ - وجود شبکه‌ای از سازمان‌ها برای فعالیت تجاری ضروری است
مُهتاک و سامتانی ^۲ (۲۰۱۴)	انجمن‌ها، سازمان‌های عمومی، سیاست‌گذاران)	- دخالت دانشگاه‌ها، روند تجاری‌سازی را تسهیل می‌کند
والش (۲۰۱۲) و کورکیندال ^۳ (۲۰۱۰)	- تقاضا و پیچیدگی بازار؛ - کیفیت محیط تجاری‌سازی	- تجاری‌سازی نوآوری به تقاضا و قابلیت‌های زیست‌محیطی بازار بستگی دارد. - تمامی محیط‌های تجاری‌سازی برانتخاب استراتژی‌های تجاری‌شدن اثر می‌گذارد
آرورا ^۴ و همکاران (۲۰۱۶)	منشأ اختراع / ابتکار	منشأ اختراع را می‌توان به تجاری‌سازی پیوند داد.
لین ^۵ و همکاران (۲۰۱۵)	همکاری میان کارکردی و فعالیت‌های دانش‌سازمانی	همکاری متقابل کارکردی و فعالیت‌های دانش‌سازمانی، باعث تسهیل خلق دانش و تجاری‌سازی فناوری می‌گردد.
خادمی ^۶ و همکاران (۲۰۱۵)	در دسترس بودن صاحب جواز	در دسترس بودن مجوز ^۷ تسهیل تجاری‌سازی را تسهیل می‌کند
وو ^۸ و همکاران (۲۰۱۵)	صادرات محصولات های تک	اختراع دانشگاه بیشترین مجوز را دارد، اگر مخترعان به طور مثبت تجاری‌سازی تحقیقات را درک کنند
کاودار و آیدین (۲۰۱۵)	تحقیق و توسعه	شاخصی برای اثربخشی اقتصادی فرایند تجاری‌سازی
دو ^۹ و همکاران (۲۰۱۲)		تحقیق و توسعه بخشی از روند تجاری‌سازی است.

1. Aarikka.
2. Mohannak & Samtani.
3. Walsh & Corkindale.
4. Arora.
5. Lin.
6. Khademi.
7. Licensee.
8. Wu.
9. Do.

بررسی فعالیت های تجاری سازی انجام شده در ۷۹ دانشگاه مالزی نیز نشان می دهد که از شاخص های زیر در سنجش عملکرد تجاری سازی استفاده شده است: انتشار نتیجه مطالعات دانشگاهی، برقراری ارتباط با کاربران خارج از دانشگاه نظیر شرکت های خصوصی یا آژانس های دولتی از طریق برگزاری سمینار، کنفرانس، نمایشگاه و گزارش از طریق رسانه های الکترونیکی یا مطبوعات؛ دعوت از گروه ها و سازمان هایی که می توانند به استفاده و بهره برداری از دانش جدید مبتنی بر نتایج تحقیق کمک کنند؛ درخواست ثبت پتنت بر اساس نتیجه تحقیق؛ واگذاری و اعطای امتیاز به یک شخص یا سازمان برای تولید یا بازاریابی محصول حاصل از نتیجه تحقیق و بازده مالی آن؛ شرکت های زایشی که برای تولید محصولات حاصل از نتیجه تحقیق تأسیس و راه اندازی شده اند (یاکوب^۱ و همکاران، ۲۰۱۱).

۳. روش پژوهش

در این تحقیق، گردآوری داده ها در دو مرحله انجام می شود. در مرحله اول با استفاده از روش اسنادی و جستجو در پایگاه داده سایمگو و پایگاه اطلاعات اداره ثبت اختراع و علائم تجاری آمریکا^۲ تولیدات علمی و تعداد اختراعات ثبت شده ایران و کشورهای منتخب در فاصله سال های ۲۰۱۵-۲۰۰۵ بررسی و سهم هر یک از کشورها در این دو حوزه بر حسب درصدی از کل تولیدات علمی و اختراعات در سطح جهان مشخص گردید. در گام بعدی، از آنجا که یکی از نشانه های موفقیت نظام های علمی و فناورانه، به کارگیری دانش و نوآوری (اختراعات) در تولید و صادرات محصولات دانش بر است، از شاخص پیچیدگی اقتصادی برای مقایسه کارایی این نظام ها در عرصه جهانی بهره گرفته ایم. پیچیدگی اقتصادی معیاری برای محاسبه دانش و مهارت در یک جامعه است که از طریق محصولات تولید شده در آن جامعه به این مهم می رسد. ترکیب

1. Yaacob.

2. United States Patent and Trademark Office.

فعالیت‌های تولیدشده در یک اقتصاد به روشنی می‌تواند اطلاعات کافی برای محاسبه پیچیدگی اقتصادی ارائه کند. اطلاعات مربوط به پیچیدگی اقتصادی به تفکیک کشورهای جهان و محصولات صادراتی آنها، برای سال‌های مختلف، براساس داده‌های سازمان تجارت جهانی، در سایت اطلس پیچیدگی دانشگاه هاروارد^۱، برای همگان قابل دسترس است. اگرپذیریم که تولید یک کالا نیازمند نوع و ترکیب خاصی از دانش کاربردی است، بدیهی است کشوری می‌تواند آن را تولید کند که به این دانش کاربردی دسترسی داشته باشد. از همین اصل ساده می‌توان دو نکته مفید برای ساخت شاخص پیچیدگی اقتصادی استخراج کرد:

۱. کشورهایی که دانش کاربردی بیشتری در اختیار دارند، از این امکان بهره‌مندند که مجموعه متنوع‌تری از کالاها را تولید کنند. به عبارت دیگر، میزان دانش کاربردی انباشته شده در یک کشور براساس «تنوع»^۲ تولیدات آن کشور یا تعداد کالاهای متمایزی که می‌سازد، بیان می‌شود.

۲. تولید کالاهایی که به حجم زیادی از دانش نیاز دارند تنها در تعداد معدودی از کشورها امکان‌پذیر است؛ آن‌هم کشورهایی که تمامی دانش کاربردی مورد نیاز را در اختیار دارند. اگر «همه‌جایی بودن یا فراگیری»^۳ را به عنوان تعداد کشورهایی که یک محصول خاص را تولید می‌کنند تعریف کنیم، می‌توان مشاهده کرد که کالاهای پیچیده (کالاهایی که انواع مختلف دانش را در بر دارند)، کمتر همه‌جایی^۴ هستند (چشمی و ملک‌الساداتی، ۱۳۹۲).

«هیدالگو و هاسمن» روشی را برای بازتاب پیچیدگی براساس صادرات کشورها توسعه داده‌اند. متدولوژی ریاضی مورد استفاده برای اندازه‌گیری پیچیدگی اقتصادی با توجه به محصولات صادراتی کشورها انجام می‌شود. برای این منظور M_{cp} را ماتریسی در

1. <http://atlas.cid.harvard.edu/>.

2. Diversity.

3. Ubiquity.

4. Less Ubiquitous.

نظر بگيريد كه اگر كشور c ، محصول p ، و كشور o ساير كالاها را توليد مي كند. براي اين اساس مي توان متنوع بودن و همه جايي بودن كالاها (فراگيري) را به سادگي با جمع زدن ردیف ها و ستون های این ماتریس محاسبه کرد. به بیان ریاضی، می توان این گونه تعريف کرد:

$$\text{Diversity} = K_{c,o} = \sum_p M_{cp} \quad (1)$$

$$\text{Ubiquity} = K_{p,o} = \sum_c M_{cp} \quad (2)$$

حال براي ايجاد سنجه ای دقيق از تعداد قابليت ها و توانمندی های موجود در يك كشور، يا تعداد قابليت های مورد نیاز برای تولید یک کالا، این امکان وجود دارد که اطلاعات مربوط به دو معیار فوق را با کمک یکدیگر تکمیل نمود. این مستلزم آن است که برای هر کشور «متوسط فراگیر بودن یا همه جایی بودن» محصولی که صادر می کند و نیز متوسط تنوع کشورهای بی که این محصولات را صادر می کنند را محاسبه کنیم. این مسئله را می توان با کمک روابط زیر، بهتر بیان کرد:

$$K_{c,N} = \frac{1}{K_{c,o}} \sum_p M_{cp} \cdot K_{p,N-1} \quad (3)$$

$$K_{p,N} = \frac{1}{K_{p,o}} \sum_c M_{cp} \cdot K_{c,N-1} \quad (4)$$

با جای گذاری (۴) در (۳) داریم:

$$K_{c,N} = \frac{1}{K_{c,o}} \sum_p M_{cp} \frac{1}{K_{p,o}} \sum_c M_{cp} K_{c,N-2} \quad (5)$$

$$K_{c,N} = \sum_c K_{c,N-2} \sum_p \frac{M_{cp} M_{cp}}{K_{c,o} K_{p,o}} \quad (6)$$

اگر $\overline{M_{cc}}$ نام گذاری کنیم، داریم:

$$K_{c,N} = \sum_c \overline{M_{cc}} \cdot K_{c,N-2} \quad (7)$$

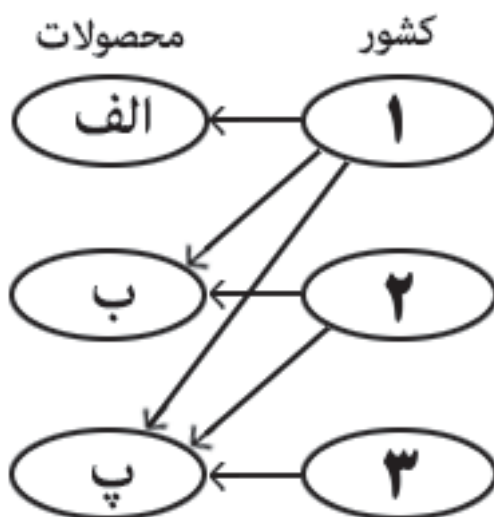
رابطه (۷) وقتی برقرار است که $K_{c,N} = K_{c,N-2} = 1$ این بردار ویژه $\overline{M_{cc}}$ است که با بزرگ ترین مقدار ویژه مرتبط است. از آنجا که این بردار ویژه برداری از اعداد یک است، در بردارنده اطلاعات مفیدی نیست. بنابراین، به جای آن از بردار ویژه مربوط به دومین مقدار ویژه بزرگ استفاده می کنیم. این برداری است که بزرگ ترین مقدار واریانس را

منعکس می‌کند و شاخصی برای اندازه‌گیری پیچیدگی اقتصادی است. بنابراین، پیچیدگی اقتصادی را می‌توان چنین تعریف کرد:

$$ECI = \frac{\bar{K} - \langle \bar{K} \rangle}{se(\bar{K})} \quad (۸)$$

در این رابطه نماد $\langle \rangle$ معرف میانگین، se نشان‌دهنده انحراف معیار، و \bar{K} بردار ویژه ماتریس \overline{M}_{cc} مرتبط با دومین مقدر ویژه بزرگ آن است. پس از معرفی نحوه اندازه‌گیری پیچیدگی اقتصادی، می‌توان به رتبه‌بندی کشورها از لحاظ انباشت دانش و مهارت بر اساس این دو شاخص اقدام کرد.

در ادامه، با استفاده از مثالی که توسط «هاسمن و همکارانش» در اطلس پیچیدگی اقتصادی گرفته شده است، نحوه محاسبه آن را بررسی می‌کنیم: در شکل ۱، محصولات (الف، ب، ج) و سه کشور (۱، ۲ و ۳) نشان داده شده است. با یک بررسی ساده می‌توان پی برد که کشور (۱) بیشترین تنوع در تولید را دارد (یعنی تمامی محصولات موجود را تولید می‌کند)؛ و کشور (۳) کمترین تنوع در تولید را دارد (یعنی تنها یک نوع محصول تولید می‌کند). از آنجا که محصول تولید شده توسط کشور (۳) توسط تمامی کشورهای دیگر نیز تولید می‌شود، آن را محصول فراگیر می‌نامند. کشور (۱) را نیز به دلیل تولید تمامی محصولات موجود، کشوری با تنوع بالا می‌گویند. حال با توجه به اینکه کشور (۱) هم کشور متنوعی است و هم کالاهایی که تولید می‌کند کشورهای دیگر قادر به تولید آن نیستند، بنابراین لقب کشور با پیچیدگی اقتصادی بالا دریافت می‌کند، در حالی که کشور (۲)، کشور با پیچیدگی اقتصادی متوسط و کشور (۱)، کشوری با پیچیدگی اقتصادی پایین لقب می‌گیرد.



شکل ۱. مفهوم پیچیدگی اقتصادی

۴. پرسش‌های پژوهش

۱. رتبه و سهم ایران و کشورهای منتخب در تولید علم در سطح جهانی، در فاصله سال‌های ۲۰۱۵ - ۲۰۰۵ چقدر بوده است؟
۲. سهم ایران و کشورهای منتخب در ثبت اختراعات، در فاصله سال‌های ۲۰۱۵ - ۲۰۰۵ چقدر بوده است؟
۳. نمره و رتبه ایران و کشورهای منتخب با توجه به شاخص پیچیدگی اقتصادی در فاصله سال‌های ۲۰۱۵ - ۲۰۰۵ به چه صورت است؟

۵. یافته‌ها

۵-۱ بررسی تولیدات علمی کشورهای منتخب

کشورهای مختلف هر سال برای سنجش وضعیت پیشرفت علمی و اقتصادی خود، شاخص‌های متنوعی را تدوین می‌کنند. یکی از این شاخص‌ها، انتشارات علمی است. پژوهشگران با انتشار دستاوردهای علمی خود در مجامع بین‌المللی، ضمن انتشار

یافته‌های خود و استفاده از بازخوردهای جامعه علمی، توان و قدرت کشور متبوع خود را در آن شاخه علمی نشان می‌دهند. بررسی دقیق انتشارات علمی یک کشور، مزایای بی‌شماری از جمله موارد زیر را به دنبال دارد: بررسی کارایی و اثربخشی سیاست‌های کلان و بخشی تولید علمی؛ بررسی بهره‌وری پژوهشگران یک کشور؛ آگاهی از ظرفیت‌های داخلی برای نیل به اهداف بلندمدت؛ شناسایی وضعیت فعلی و روند حرکتی کشور در بازه زمانی مشخص؛ شناسایی حجم ورودی‌های چرخه فناوری کشور؛ مقایسه وضعیت با کشورهای هدف و مقایسه کارایی؛ سیاست‌گذاری‌های کلان برای حرکت به آینده (حبیب‌زاده و نوروزی، ۱۳۹۶).

سنجش و ارزیابی علم، واقعیتی است که در گذشته و حال در سطح جهان مطرح بوده و هست. استفاده از آمارها و شاخص‌های مؤسسه اطلاعات علمی به عنوان چارچوبی برای سنجش و ارزیابی تولیدات و فعالیت‌های علمی، همواره از سوی متخصصان علم سنجی در کشورهای مختلف استفاده شده است. مطالعه توسعه علمی همواره مورد توجه مراکز و محافل تحقیقاتی و تصمیم‌گیری کشورها بوده است. ارزیابی علمی کشورها در یکی از پایگاه‌های علمی معتبر نظیر سایمگو^۱ به عنوان یکی از شاخص‌های تحقیق و توسعه شناخته شده است. سایمگو پایگاهی اینترنتی است که هدف آن بررسی وضعیت علمی کشورها و نشریات است. می‌توان گفت، آنالیز این پایگاه از چندین نظر نسبت به آنالیزی که مؤسسه ISI بر اساس ضریب تأثیر ارائه می‌دهد، برتری دارد (فالگاس^۲ و همکاران، ۲۰۰۸). نخست، سایمگو آنالیز خود را بر پایه نشریات نمایه شده در اسکوپوس^۳ انجام می‌دهد که از گستردگی بسیار بیشتری نسبت به ISI برخوردار است. دوم، به جای آنکه معیار مقایسه را ضریب تأثیر^۴ در نظر بگیرد (که یک معیار قراردادی است و هیچ پشتوانه علمی‌ای هم برای معیار بودن ندارد) بر اساس

1. SCImago.
2. Falagas.
3. Scopus.
4. Impact factor.

الگوريتم Google PageRank عمل مي‌کند که برتري آن در عمل اثبات شده و به طور خاص در مورد نشریات علمي هم مورد استفاده قرار گرفته است (بولن^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). سوم، برخلاف ضريب تأثير که در بسياري از موارد فقط براي مؤسساتي در دسترس است که حق عضویت کلاني به پایگاه ISI پرداخته‌اند، سايمگو تمام نتايج خود را به صورت رایگان و آزاد در اختيار علاقه‌مندان قرار مي‌دهد. در نهايت، استفاده از سايمگو بسيار آسان تر از ISIknowledge است.

جدول ۳. تعداد برنده‌های علمي کشورهای منتخب، ۲۰۱۵-۲۰۰۵

کشور	ترکيه	عربستان	مالزی	ايران	کره	ژاپن	اسرائيل	آلمان	آمریکا
۲۰۰۵	۲۰۶۱۹	۲۴۰۹	۳۳۹۷	۸۲۹۷	۳۷۳۲۹	۱۲۳۳۱۶	۱۵۰۷۳	۱۲۲۱۲۲	۴۹۷۸۴۶
۲۰۰۶	۲۳۰۵۹	۲۶۲۸	۴۴۶۲	۱۱۵۳۲	۴۳۳۴۰	۱۲۴۸۷۸	۱۵۹۰۴	۱۲۶۳۳۹	۵۱۶۳۰۵
۲۰۰۷	۲۵۱۶۹	۲۸۰۶	۵۴۰۴	۱۵۱۳۳	۴۷۸۴۳	۱۲۱۰۵۴	۱۶۵۴۵	۱۳۰۴۹۳	۵۱۷۱۱۲
۲۰۰۸	۲۶۰۲۱	۳۲۸۴	۷۹۷۳	۱۹۷۰۸	۵۱۰۴۷	۱۲۰۷۷۱	۱۶۹۰۸	۱۳۶۱۶۹	۵۲۷۴۷۹
۲۰۰۹	۳۰۴۸۷	۴۳۸۴	۱۱۴۵۹	۲۴۲۱۳	۵۴۲۱۱	۱۲۵۹۲۶	۱۷۳۳۹	۱۴۲۴۷۷	۵۶۳۳۵۵
۲۰۱۰	۳۲۹۳۹	۶۳۵۱	۱۵۷۵۰	۲۹۸۰۱	۶۰۹۴۱	۱۲۷۳۰۴	۱۷۷۱۷	۱۴۹۰۹۳	۵۸۸۷۷۷
۲۰۱۱	۳۴۶۶۷	۹۴۸۹	۲۰۷۳۹	۳۹۴۵۰	۶۶۳۶۷	۱۳۰۲۵۲	۱۸۲۹۷	۱۵۴۷۸۹	۶۱۲۱۲۵
۲۰۱۲	۳۶۳۰۳	۱۲۲۱۳	۲۲۶۸۸	۴۰۸۷۶	۷۱۳۳۸	۱۳۱۶۸۴	۱۹۳۴۱	۱۶۴۷۸۶	۶۴۶۱۳۷
۲۰۱۳	۳۹۷۹۸	۱۵۱۶۵	۲۵۳۸۰	۴۱۹۶۹	۷۴۹۲۷	۱۳۳۶۶۸	۱۹۳۵۲	۱۶۷۷۱۳	۶۵۲۰۷۴
۲۰۱۴	۴۰۷۵۹	۱۷۹۳۹	۲۸۴۷۹	۴۴۵۲۲	۷۸۸۴۴	۱۳۰۱۱۷	۲۰۰۱۶	۱۷۱۶۴۲	۶۵۲۱۱۹
۲۰۱۵	۴۳۸۳۷	۱۹۵۰۸	۲۷۳۵۹	۴۴۴۱۲	۸۰۸۱۹	۱۲۴۹۵۸	۲۰۲۸۷	۱۷۱۷۹۲	۶۵۵۱۷۸

سايمگو، ۲۰۱۶

1. Bollen.

در جدول ۴ رتبه کشورهای منتخب براساس تولیدات علمی طی سال‌های ۲۰۱۵ - ۲۰۰۵ ارائه شده است:

جدول ۴. رتبه کشورهای منتخب بر مبنای تولیدات علمی، ۲۰۱۵ - ۲۰۰۵

کشور	ترکیه	عربستان	مالزی	ایران	کره	ژاپن	اسرائیل	آلمان	آمریکا
۲۰۰۵	۲۰	۵۰	۴۵	۳۴	۱۳	۴	۲۲	۵	۱
۲۰۰۶	۲۰	۵۱	۴۳	۳۱	۱۲	۵	۲۲	۴	۱
۲۰۰۷	۲۰	۵۲	۴۲	۲۵	۱۲	۵	۲۲	۴	۱
۲۰۰۸	۲۰	۵۴	۳۹	۲۲	۱۲	۵	۲۴	۴	۱
۲۰۰۹	۱۸	۵۱	۳۵	۲۲	۱۲	۵	۲۵	۴	۱
۲۰۱۰	۱۸	۴۶	۳۲	۲۱	۱۲	۵	۲۶	۴	۱
۲۰۱۱	۱۸	۴۶	۳۲	۲۱	۱۲	۵	۲۶	۴	۱
۲۰۱۲	۱۹	۴۰	۲۳	۱۷	۱۲	۵	۲۸	۴	۱
۲۰۱۳	۱۹	۳۷	۲۳	۱۸	۱۲	۵	۳۰	۴	۱
۲۰۱۴	۲۰	۳۵	۲۳	۱۶	۱۲	۶	۳۱	۴	۱
۲۰۱۵	۱۸	۳۴	۲۳	۱۷	۱۲	۶	۳۱	۴	۱

سایت سایمگو، ۲۰۱۶

مطابق جدول ۴، کشور آمریکا در تمامی سال‌ها رتبه اول را از آن خود کرده است و کشورهای آلمان، ژاپن و کره نیز رتبه بسیار مطلوبی در عرصه تولید علم دارند. بین کشورهای ایران، ترکیه و اسرائیل نیز رقابتی نزدیک وجود دارد و کشورهای مالزی و عربستان نیز طی سال‌های اخیر رشد قابل توجهی داشته و خود را وارد این رقابت کرده‌اند. رتبه ایران در تولید علم طی ۱۱ سال گذشته پیشرفت محسوسی داشته است و از رتبه ۳۴ در سال ۲۰۰۵ به رتبه ۱۷ در سال ۲۰۱۵ ارتقا یافته است. در جدول ۵، میزان سهم هر کشور از تولید علم جهانی بر حسب درصد، به تفکیک کشور و سال ارائه شده است:

جدول ۵. سهم توليد علم کشورهای منتخب در جهان، ۲۰۰۵ - ۲۰۱۵

کشور	ترکیه	عربستان	مالزی	ایران	کره	ژاپن	اسرائیل	آلمان	آمریکا
۲۰۰۵	۰۶.۱	۱۲۴.۰	۱۷۵.۰	۴۲۷.۰	۹۲.۱	۳۵.۶	۷۷۷.۰	۲۹.۶	۶۶.۲۵
۲۰۰۶	۱۰۶.۱	۱۲۶.۰	۲۱۴.۰	۵۵۳.۰	۰۷۹.۲	۹۹۱.۵	۷۶۳.۰	۰۶۱.۶	۷۷.۲۴
۲۰۰۷	۱۴.۱	۱۲۷.۰	۲۴۶.۰	۶۸۹.۰	۱۸.۲	۵۱.۵	۷۵۳.۰	۹۴.۵	۵۵.۲۳
۲۰۰۸	۱۱.۱	۱۴۰.۰	۳۴۰.۰	۸۴۲.۰	۱۸.۲	۱۶.۵	۷۲۳.۰	۸۲.۵	۵۵.۲۲
۲۰۰۹	۱۹.۱	۱۷۱.۰	۴۴۸.۰	۹۴۷.۰	۱۲.۲	۹۲.۴	۶۷۸.۰	۵۷.۵	۰۳.۲۲
۲۰۱۰	۲۰.۱	۲۳۲.۰	۵۷۶.۰	۰۹.۱	۲۳.۲	۶۶.۴	۶۴۸.۰	۴۶.۵	۵۶.۲۱
۲۰۱۱	۱۸.۱	۳۲۲.۰	۷۰۵.۰	۳۴.۱	۲۵.۲	۴۳.۴	۶۲۲.۰	۲۶.۵	۸۲.۲۰
۲۰۱۲	۱۵.۱	۳۸۹.۰	۷۲۳.۰	۳۰.۱	۲۷.۲	۲۰.۴	۶۱۷.۰	۲۵.۵	۶۱.۲۰
۲۰۱۳	۲۱.۱	۴۶۱.۰	۷۷۱.۰	۲۷.۱	۲۸.۲	۰۶.۴	۵۸۸.۰	۱۰.۵	۸۳.۱۹
۲۰۱۴	۱۹.۱	۵۲۵.۰	۸۳۴.۰	۳۰.۱	۳۱.۲	۸۱.۳	۵۸۶.۰	۰۳.۵	۱۱.۱۹
۲۰۱۵	۲۸.۱	۵۷۰.۰	۷۹۹.۰	۳۰.۱	۳۶.۲	۶۵.۳	۵۹۲.۰	۰۲.۵	۱۴.۱۹

چنان که مشاهده می شود (جدول ۵) آمریکا طی سال های مختلف بیشترین سهم از توليد علم را در سطح جهان داشته اما در طی این مدت همواره یک روند نزولی را طی کرده است. همین طور کشورهای آلمان، اسرائیل و ژاپن نیز در این مدت سیر نزولی در سهم شان از علم جهانی داشته اند. اما کشورهای ترکیه، عربستان، مالزی، کره و ایران، رشدی صعودی را تجربه کرده اند. سهم کشور ایران طی این سال ها از ۰.۴۲۷ درصد در سال ۲۰۰۵، به ۰.۳ درصد در سال ۲۰۱۵ رسیده است.

۵-۲ بررسی وضعیت ثبت اختراع کشورهای منتخب

رقابت و پیچیدگی فناوری سبب شده تا روش های جدید برای استخراج اطلاعات به روز، کاربردی و کامل جهت فعالیت های فناوری در مراکز تحقیقاتی مطرح شود. در این

مسیر، مسلط بودن به ابزار و منابع جدید اهمیت فراوانی دارد. یکی از این روش‌ها، تحلیل اطلاعات پتنت^۱ است که خود بیان‌کننده اهمیت و ارزش اطلاعات پتنت و کاربردهای آن است (طباطبائیان و فرقانی، ۱۳۸۴). اختراعات اغلب به فرایند تحقیق و توسعه مربوط می‌شوند و می‌توان آنها را به عنوان برون‌داد تحقیق و توسعه در نظر گرفت. از این رو، می‌توان آنها را مکمل مهمی برای سایر منابع اطلاعاتی برای اندازه‌گیری اطلاعات علمی و فناوریانه کشورها دانست. از طریق پروانه‌های ثبت اختراع می‌توان دریافت که چه بخشی از مسائل علمی و فنی یک کشور تاکنون حل شده و چه مسائل حل نشده‌ای نیاز به راه‌حل مناسب دارند. بدین ترتیب، می‌توان از دوباره‌کاری و صرف منابع مالی و نیروی انسانی در پژوهش‌های علمی و فنی جلوگیری کرد (آرانی^۲، ۲۰۰۸).

پروانه‌های ثبت اختراع در مطالعات علم‌سنجی، هم به صورت مستقیم و هم غیرمستقیم، اهمیت بالایی دارند. اهمیت مستقیم این منابع به این علت است که ارزش پژوهش‌های جدید را نشان می‌دهند؛ پژوهش‌هایی که قابلیت تجاری شدن دارند. اهمیت غیرمستقیم این مدارک به فهرست منابع آنها بازمی‌گردد که امکان شناسایی مقاله‌ها و تحقیقاتی را که هر پروانه بر آن استناد کرده است، فراهم می‌کند و بدین ترتیب، نشان می‌دهد که کدام موارد از امکان کاربردی شدن بهره‌مندند (نوروزی چالکی، ۱۳۹۰). آمار پروانه‌های ثبت اختراع می‌تواند بیانگر فعالیت‌های نوآورانه کشورها، مناطق و بنگاه‌ها در زمینه علم و فناوری باشد و از این جهت حایز اهمیت است. به همین دلیل، «آمار پروانه‌های ثبت اختراع» هم «شاخص علم و فناوری» و هم «شاخصی برای نوآوری» شمرده می‌شود (عبدخدا و همکاران، ۱۳۹۰). برای گردآوری داده‌های این بخش (بررسی داده‌های پروانه‌های ثبت اختراعات)، به پایگاه اطلاعات^۳ اداره ثبت اختراع و علائم تجاری آمریکا؛ مراجعه و همه داده‌های مربوط به کشورهای مدنظر جداگانه استخراج

1. Patent.

2. Alai Arani.

3. <https://www.uspto.gov/>.

4. United States Patent and Trademark Office.

شد؛ بدین صورت که تمامی پروانه های ثبت اختراعات که از سال ۲۰۰۵ تا پایان ۲۰۱۵ در این پایگاه ثبت شده است، جزء جامعه مطالعه شده قرار گرفت و سهم هر کشور در تمامی سال های بررسی شده، محاسبه گردید.

جدول ۶. تعداد اختراعات ثبت شده، به تفکیک کشور و سال، ۲۰۰۵-۲۰۱۵

کشور	ترکیه	عربستان	مالزی	ایران	کره	ژاپن	اسرائیل	آلمان	آمریکا
۲۰۰۵	۱۰	۱۸	۹۸	۱	۴۵۹۱	۳۱۸۳۴	۹۷۶	۹۵۷۵	۸۲۵۶۲
۲۰۰۶	۲۵	۲۰	۱۳۱	۲	۶۵۰۹	۳۹۴۱۱	۱۳۲۵	۱۰۸۸۹	۱۰۲۲۳۹
۲۰۰۷	۲۴	۲۰	۱۷۳	۳	۷۲۶۴	۳۵۹۴۲	۱۲۱۹	۱۰۰۱۲	۹۳۶۶۵
۲۰۰۸	۳۵	۳۱	۱۶۸	۲	۸۷۳۱	۳۶۶۷۹	۱۳۱۲	۱۰۰۸۶	۹۱۹۸۰
۲۰۰۹	۳۶	۲۳	۱۸۰	۶	۹۵۶۶	۳۸۰۶۶	۱۵۲۵	۱۰۳۵۳	۹۵۰۳۲
۲۰۱۰	۴۵	۵۸	۲۲۴	۸	۱۲۵۰۸	۴۶۹۷۸	۱۹۱۷	۱۳۶۳۳	۱۲۱۱۶۴
۲۰۱۱	۵۲	۶۱	۱۸۱	۱۷	۱۳۲۳۹	۴۸۲۵۶	۲۱۰۸	۱۲۹۶۸	۱۲۱۲۴۷
۲۰۱۲	۵۵	۱۷۳	۲۱۹	۲۸	۱۴۱۶۸	۵۲۷۷۳	۲۵۹۸	۱۵۰۴۱	۱۳۴۱۸۷
۲۰۱۳	۸۳	۲۳۹	۲۳۰	۴۰	۱۵۷۴۵	۵۴۱۷۰	۳۱۵۲	۱۶۶۰۵	۱۴۷۶۵۲
۲۰۱۴	۱۰۳	۲۹۴	۲۷۱	۲۹	۱۸۱۶۱	۵۶۰۰۶	۳۶۱۷	۱۷۵۹۴	۱۵۸۷۰۹
۲۰۱۵	۱۳۶	۳۶۴	۲۶۷	۳۱	۲۰۲۰۱	۵۴۴۲۲	۳۸۰۴	۱۷۷۵۲	۱۵۵۹۸۲

منبع: اداره ثبت اختراع و علائم تجاری آمریکا

چنان که انتظار می رفت (طبق جدول ۶) کشورهای توسعه یافته بیشترین میزان ثبت اختراع را طی سال های مختلف به خود اختصاص داده اند و کشورهای در حال توسعه منتخب، فاصله بسیار زیادی با این کشورها دارند. تعداد اختراعات ثبت شده به وضوح شکاف میان تولیدات علمی و ثبت اختراعات را نشان می دهد. تعداد ثبت اختراعات ایران نیز نشان دهنده شکاف گسترده میان تولید علم و کاربردی سازی آن است. در جدول ۷، سهم کشورهای منتخب از اختراعات جهانی به صورت درصدی از کل اختراعات مشخص شده است:

جدول ۷. سهم اختراعات ثبت شده کشورهای منتخب در سطح جهان، ۲۰۱۵ - ۲۰۰۵

کشور	ترکیه	عربستان	مالزی	ایران	کره	ژاپن	اسرائیل	آلمان	آمریکا
۲۰۰۵	۰۰۶.۰	۰۱۱.۰	۰۶۲.۰	۰۰۰۶.۰	۹۱.۲	۱۸.۲۰	۶۱۸.۰	۰۷۱.۶	۳۵.۵۲
۲۰۰۶	۰۱۲.۰	۰۱۰.۰	۰۶۶.۰	۰۰۱.۰	۳۱.۳	۰۶.۲۰	۶۷۴.۰	۵۴.۵	۰۵.۵۲
۲۰۰۷	۰۱۳.۰	۰۱۰.۰	۰۹۴.۰	۰۰۱.۰	۹۷.۳	۶۵.۱۹	۶۶۶.۰	۴۷.۵	۲۱.۵۱
۲۰۰۸	۰۱۹.۰	۰۱۶.۰	۰۹۰.۰	۰۰۱.۰	۷۱.۴	۸۰.۱۹	۷۰۸.۰	۴۴.۵	۶۵.۴۹
۲۰۰۹	۰۱۸.۰	۰۱۲.۰	۰۹۳.۰	۰۰۳.۰	۹۸.۴	۸۳.۱۹	۷۹۴.۰	۳۹.۵	۵۱.۴۹
۲۰۱۰	۰۱۸.۰	۰۲۳.۰	۰۹۱.۰	۰۰۳.۰	۱۲.۵	۲۲.۱۹	۷۸۴.۰	۵۸.۵	۵۹.۴۹
۲۰۱۱	۰۲.۰	۰۲۴.۰	۰۷۳.۰	۰۰۷.۰	۳۴.۵	۴۸.۱۹	۸۵۰.۰	۲۳.۵	۹۴.۴۸
۲۰۱۲	۰۱۹.۰	۰۶۲.۰	۰۷۹.۰	۰۱۰.۰	۱۱.۵	۰۶.۱۹	۹۳۸.۰	۴۳.۵	۴۸.۴۸
۲۰۱۳	۰۲۷.۰	۰۷۸.۰	۰۷۶.۰	۰۱۳.۰	۱۹.۵	۸۸.۱۷	۰۴.۱	۴۸.۴	۷۳.۴۸
۲۰۱۴	۰۳۱.۰	۰۹۰.۰	۰۸۳.۰	۰۰۸.۰	۵۷.۵	۱۷.۱۷	۱۰.۱	۳۹.۵	۶۷.۴۸
۲۰۱۵	۰۴۱.۰	۱۱۱.۰	۰۸۱.۰	۰۰۹.۰	۱۹.۶	۶۹.۱۶	۱۶.۱	۴۴.۵	۸۵.۴۷

با توجه به جدول ۷، ارتباطی منطقی بین سطح تولید علم و ایجاد پتنت در کشورهای منتخب توسعه یافته قابل مشاهده است اما این ارتباط در میان کشورهای در حال توسعه و به خصوص ایران وجود ندارد. کشور آمریکا به تنهایی تقریباً در تمامی سال‌ها حدود نیمی از ثبت اختراعات در سطح جهان را به خود اختصاص داده است. کشورهای ژاپن، آلمان، کره و اسرائیل نیز دارای جایگاه مطلوبی در ثبت اختراعات هستند. ضعیف‌ترین وضعیت را کشور ایران در این مجموعه دارد و طی ۱۱ سال گذشته برخلاف روند صعودی تولیدات علمی، تغییر محسوسی در ثبت اختراعات آن رخ نداده است. چرایی این مسئله، نیاز به بررسی و تحلیل ریشه‌ای و عمیق، و یافتن پاسخی برای این سوال دارد: چرا کشوری که در عرصه تولید علم تا این حد موفق بوده است، در تولید و ثبت اختراعات و فناوری تا این حد ضعیف است؟

۶. بررسی وضعیت کشورهای منتخب براساس رویکرد پیچیدگی اقتصادی

شاخص پیچیدگی اقتصادی، میزان دانش و مهارت را با توجه به قابلیت‌ها و توانایی‌های دانش‌محور بودن کشورها در تولید و در نهایت تولید کالاهای پیچیده و تجاری سازی آنها، نشان می‌دهد. کشور با اقتصاد پیچیده، از طریق ادغام حجم زیادی از دانش و مهارت‌های مرتبط در قالب شبکه‌های بزرگ و پیچیده، این توانایی را به دست خواهد آورد تا مجموعه متنوعی از کالاهای دانش‌بر را تولید کند. این در حالی است که کشورهای با اقتصاد غیر پیچیده فقط توانایی تولید کالاهای ساده یا به عبارتی کالاهای کاربری سرمایه‌بر را خواهند داشت. کالاهای فراگیر به دانش‌چندانی نیاز ندارند و اگر داشته باشند توسط کشورهای با پیچیدگی کم، قابلیت تولید دارند. لذا، دارای قدرت رقابت کمتری در سطح بین‌المللی هستند (شاهمرادی و چینی‌فروشان، ۱۳۹۶ به نقل از کالداریلی و همکاران^۱، ۲۰۱۱).

بررسی‌ها نشان می‌دهد کشورهایایی که علاوه برداشتن تنوع، محصولات پیچیده‌تری نیز دارند، معمولاً از لحاظ اقتصادی پیشرفته‌تر هستند یا انتظار می‌رود رشد اقتصادی سریع‌تری را در آینده نزدیک داشته باشند (پوگلیز و همکاران^۲، ۲۰۱۴). در جدول ۸، نمره کشورهای منتخب در عرصه پیچیدگی اقتصادی، قابل مشاهده است:

جدول ۸. مقایسه نمره پیچیدگی اقتصادی کشورهای منتخب، ۲۰۱۵-۲۰۰۵

سال	کشور	۲۰۱۵	۲۰۱۴	۲۰۱۳	۲۰۱۲	۲۰۱۱	۲۰۱۰	۲۰۰۹	۲۰۰۸	۲۰۰۷	۲۰۰۶	۲۰۰۵
ترکیه	۱۶۴.۰	۲.۰	۲۶۲.۰	۳۵.۰	۲۵۴.۰	۱۹۸.۰	۳۴۷.۰	۳۶.۰	۴۸۹.۰	۴۱۴.۰	۲۸۸.۰	
عربستان	۶۰۲.۰	۰۱۱۳.۰	۰۷۳۶.۰	-۶۶۸.۰	-۰۶۲.۰	۳۴۲.۰	۰۲۰۵.۰	۱۴۴.۰	۱۱۲.۰	۵۳۶.۰	۵۴۱.۰	
مالزی	۸۱۹.۰	۸۱۹.۰	۷۶۵.۰	۷۱۱.۰	۶۹۱.۰	۸۶۱.۰	۹۰۹.۰	۸۵۸.۰	۹۲۸.۰	۰۴.۱	۱۵.۱	
ایران	-۴۵۴.۰	-۶۹.۰	-۹۴.۰	-۱.۱	-۱۱.۱	-۷۳۵.۰	-۹.۰	-۹۳۹.۰	-۹۰۵.۰	-۹۹۳.۰	-۶۸۹.۰	

1. Caldarelli, G. , Cristelli, M. , Gabrielli, A. , Pietronero, L. , Scala, A. , & Tacchella, A.
2. Pugliese, E. , Chiarotti, G. L. , Zaccaria, A. , & Pietronero, L.

سال	کشور	۲۰۱۵	۲۰۱۴	۲۰۱۳	۲۰۱۲	۲۰۱۱	۲۰۱۰	۲۰۰۹	۲۰۰۸	۲۰۰۷	۲۰۰۶	۲۰۰۵
کره	۳۹.۱	۵۳.۱	۵۸.۱	۴۵.۱	۴۸.۱	۷۸.۱	۷۲.۱	۷۱.۱	۷۵.۱	۷۷.۱	۸۶.۱	
ژاپن	۵۷.۲	۴۴.۲	۳۵.۲	۲۴.۲	۴.۲	۵۳.۲	۴۲.۲	۳۱.۲	۲۶.۲	۴.۲	۴۲.۲	
اسرائیل	۳۱.۱	۲۱.۱	۱۴.۱	۲.۱	۱۷.۱	۲۷.۱	۳۹.۱	۲۷.۱	۲۷.۱	۲۳.۱	۲۵.۱	
آلمان	۲۸.۲	۰۷.۲	۰۹.۲	۰۱.۲	۱۸.۲	۰۸.۲	۰۷.۲	۹۳.۱	۹۸.۱	۰۷.۲	۰۷.۲	
آمریکا	۸۶.۱	۶۶.۱	۶۴.۱	۵۹.۱	۷۳.۱	۷۷.۱	۷۲.۱	۶.۱	۶.۱	۶۹.۱	۷۱.۱	

مقایسه نمره پیچیدگی اقتصادی کشورها مطالب بسیار مهمی را در خود نهفته دارد و نشان‌دهنده میزان علم و دانش به کار رفته در محصولات صادراتی کشورها و قدرت رقابت آنها در عرصه بین‌المللی است. این نمره معمولاً بین عدد ۳ و ۳- است. هرچه نمره پیچیدگی اقتصادی کشورها به عدد ۳ نزدیک‌تر باشد، آن کشور دارای اقتصاد پیچیده‌تری است و به عبارتی دانش بنیان‌تر است. و به هر میزان که این عدد به ۳- نزدیک‌تر باشد، اقتصاد کشور پیچیدگی کمتری دارد. به عبارتی، کشور مذکور به صادرات مواد خام، فروش منابع طبیعی و معدنی، کشاورزی و به طور کلی محصولاتی که بار دانشی چندانی ندارند، اقدام کرده است. چنان‌که مشاهده می‌شود، متأسفانه نمره پیچیدگی اقتصادی ایران در تمامی سال‌ها منفی است و در میان کشورهای منتخب دارای پائین‌ترین نمره طی این سال‌هاست. این به معنای آن است که کشور محصولاتی را صادر می‌کند که در آنها از دانش چندانی استفاده نمی‌شود و بخش اعظم صادرات ایران را فروش محصولات معدنی و خام (به خصوص نفت خام) تشکیل می‌دهد. از طرف دیگر، نمره پیچیدگی کشورهای توسعه یافته مثبت است و این عدد بیانگر آن است که این کشورها کمتر به صادرات منابع طبیعی و خام فروشی اقدام می‌کنند و سیاست‌های خود را با تأکید بر صادرات محصولات دانش بنیان و تجاری‌سازی تولیدات علمی و فناورانه تدوین کرده‌اند. با توجه به نمره پیچیدگی اقتصادی، می‌توان

کشورهای منتخب را رتبه بندی کرد. در جدول ۹، رتبه کشورهای منتخب طی سال های ۲۰۱۵ - ۲۰۰۵ بر اساس این رویکرد ارائه شده است:

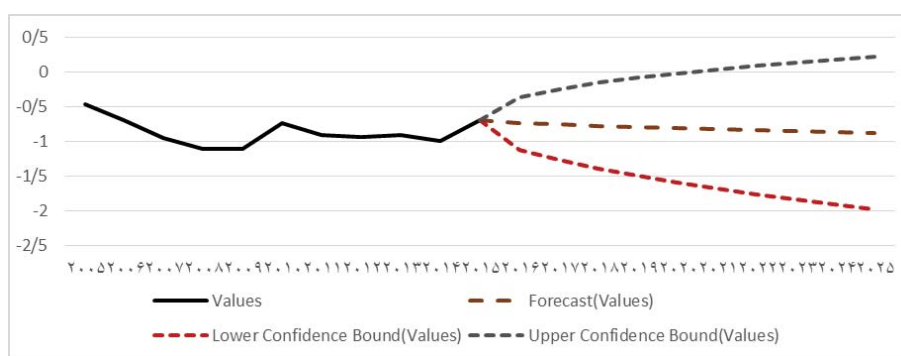
جدول ۹. رتبه کشورهای منتخب بر اساس رویکرد پیچیدگی اقتصادی

سال کشور	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵
ترکیه	۵۳	۴۷	۴۴	۴۳	۴۳	۴۴	۴۲	۴۲	۳۹	۴۲	۴۲
عربستان	۳۲	۵۴	۵۰	۸۳	۵۴	۴۱	۵۲	۵۱	۵۲	۳۸	۳۵
مالزی	۲۸	۲۹	۳۲	۳۲	۳۵	۲۹	۳۰	۲۹	۲۸	۲۶	۱۹
ایران	۷۹	۸۵	۹۳	۱۰۴	۱۰۱	۸۲	۹۲	۹۹	۹۴	۹۷	۸۶
کره	۱۵	۱۱	۱۱	۱۳	۱۳	۹	۹	۵	۵	۶	۴
ژاپن	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱
اسرائیل	۱۹	۲۰	۲۰	۱۹	۱۹	۱۷	۱۵	۱۴	۱۸	۱۸	۱۵
آلمان	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
آمریکا	۸	۸	۱۰	۱۱	۸	۱۰	۸	۱۰	۱۱	۱۰	۹

با توجه به جدول ۹، مقایسه جایگاه کشورهای مختلف راحت تر است. چنان که مشاهده می شود، به غیر از سال ۲۰۱۴، در تمامی سال ها کشور ژاپن جایگاه اول را به خود اختصاص داده است. کشورهای آلمان، کره، آمریکا، اسرائیل و مالزی نیز موقعیت مطلوبی دارند. ترکیه و عربستان نیز تقریباً در میانه جدول قرار دارند. اما رتبه و جایگاه ایران بسیار پایین و دور از تصور است. ایران با داشتن سهم بالا در تولید علم جهانی، نتوانسته محصولات دانش بنیان را تجاری سازی و وارد رقابت جهانی کند. این موضوع نیازمند آسیب شناسی و توجه ویژه مسئولان و سیاست گذاران کشور به این امر مهم است. تحلیل داده ها گویای این مطلب است که کشورهای منطقه و جهان با توجه به درک شرایط اقتصاد بین الملل و نیاز به ایجاد سبد صادراتی متنوع و توجه ویژه به مقوله علم و

فناوری و به‌کارگیری دانش در توسعه محصولات، به موفقیت‌های خوبی دست یافته و توانسته‌اند تا حدی از خام‌فروشی محصولات به سمت صادرات محصولات دانش‌بنیان و پیچیده‌تر کردن محصولات صادراتی گام بردارند و در عین حال محصولات متنوع‌تری را صادر کنند.

پیش‌بینی روند پیچیدگی اقتصادی ایران تا افق چشم‌انداز ۱۴۰۴ و حد اطمینان بالا و پایین آن با توجه به روند گذشته نیز نشان‌دهنده این مطلب است که تغییر محسوسی در تجاری‌سازی تولیدات علمی و فناورانه کشور و به تبع آن افزایش پیچیدگی اقتصادی اتفاق نخواهد افتاد. در نمودار ۱، پیش‌بینی روند پیچیدگی اقتصادی ایران تا سال ۲۰۲۵ م (۱۴۰۴ ش) ارائه شده است:



نمودار ۱. پیش‌بینی روند پیچیدگی اقتصادی ایران تا سال ۲۰۲۵ میلادی

در جدول ۱۰ میزان پیش‌بینی نمره پیچیدگی اقتصادی ایران با توجه به روند کنونی و حد اطمینان بالا و پایین، تا سال ۲۰۲۵ با خطای ۵٪ ارائه شده است:

جدول ۱۰. پیش‌بینی نمره پیچیدگی ایران تا سال ۲۰۲۵ میلادی

سال	پیش‌بینی	حد اطمینان پائین	حد اطمینان بالا
2016	-0/736	-1/12	-0/36
2017	-0/752	-1/26	-0/24
2018	-0/768	-1/38	-0/15

سال	پیش بینی	حد اطمینان پائین	حد اطمینان بالا
2019	-0/784	-1/49	-0/08
2020	-0/8	-1/58	-0/02
2021	-0/816	-1/67	0/04
2022	-0/832	-1/76	0/09
2023	-0/848	-1/83	0/14
2024	-0/864	-1/91	0/18
2025	-0/88	-1/98	0/22

بررسی روند شاخص پیچیدگی اقتصادی ایران طی دهه های اخیر نشان می دهد نمره ایران در تمامی این سال ها منفی بوده است و طبق پیش بینی روند، تا سال ۲۰۲۵ نیز وضعیت خوبی برای ایران متصور نیست.

۷. بحث و نتیجه گیری

انتشار مقاله های علمی فقط با هدف نمایش تعداد آنها و بدون در نظر گرفتن کیفیت و محتوا و کاربردشان در دنیای واقعی، تأثیر چندانی در تولید و پیشرفت علمی نخواهد داشت. دستیابی به تولید علم کاربردی برای رفع نیازهای کشور، زمانی محقق خواهد شد که نگرش درباره سیاست گذاری تغییر کند، منابع مالی به آن اختصاص یابد و محققان دانشگاهی در این راه تلاش کنند. یکی از دلایل اصلی سرعت پیشرفت و توسعه فناوری در کشورهای صنعتی، توجه به فرایند تجاری سازی نتایج پژوهش های داخلی آن کشورها بوده است. تحقیقات این کشورها اغلب حاصل مشاهدات وسیع میدانی و تحقیقات عملی و نتیجه حل یک مشکل واقعی یا مبین پیشرفت های واقعی صنعت است. درباره ایران، چنان که از نتایج این پژوهش برمی آید، میان تولید علم و کاربردی کردن آن خلأ عمیقی وجود دارد. رسیدن به وضعیت مطلوب تر در زمینه تبدیل علم به ثروت و افزایش پروانه های ثبت اختراعات به منزله عاملی مهم در تبدیل علم به ثروت، نیازمند برنامه ریزی صحیح و تشویق مخترعان به ثبت کارهای فناورانه خود در مجامع

بین‌المللی است. اصلاح قوانین و کاستن از بوروکراسی‌های اداری در حوزه علم و فناوری، حمایت مالی و معنوی از شرکت‌های فناورانه و طرح‌های نوآورانه افراد، از جمله راهکارهایی است که به بهبود این وضعیت کمک خواهد کرد. در ایران در هر دو نظام دانشگاه و صنعت اشکال‌های اساسی وجود دارد، و هیچ‌گونه ارتباط و تناسبی بین این دو نظام نیست و تا زمانی که بین نظام صنعت و دانشگاه ارتباط مناسب و متناسبی شکل نگیرد، ارتقای کیفی مقالات حاصل نمی‌شود.

از سوی دیگر، نبود توانایی لازم برای تجاری‌سازی و پیاده‌سازی دستاوردهای پژوهشی در محصولات و فرایندهای جدید و عرضه آنها به بازار، یکی از نقاط ضعف عمده کشورهای در حال توسعه در فرایند صنعتی شدن است. چالش اصلی ایران در زمینه تولیدات علمی، کاربردی شدن آنها در بخش‌های صنعتی و ورود محصولات و نتایج آن در سطح جامعه است. جایگاه مطلوب کشور در عرصه تولید علم گویای وجود ظرفیت‌های بالقوه سرمایه انسانی برای دستیابی به جایگاه اقتصادی بالاتر از وضع فعلی است. با این حال، ناتوانی در کاربردی و تجاری کردن دستاوردها و پژوهش‌های علمی سبب شده است تا ایران نتواند در تولید و صادرات کالاهای پیچیده جایگاه مناسبی را در جهان به دست آورد. همین امر سبب پایین آمدن شدید نمره پیچیدگی اقتصادی کشور شده است.

از طرفی، خطر گرفتار شدن در «دام درآمد متوسط»^۱ کشورهای در حال توسعه از جمله ایران را - به عنوان کشوری که بیش از ۵۰ سال است در سطح درآمد متوسط باقی مانده است - به طور جدی تهدید می‌کند. برخورداری از موهبت درآمد نفتی سبب شده ایران

۱. «دام درآمد متوسط» اصطلاحی است که از عمر آن چند سالی بیشتر نمی‌گذرد. این یک اصطلاح اقتصادی است و اشاره به این واقعیت دارد که طی ۵۰ تا ۶۰ سال گذشته، معدود کشورهایی در جهان بوده‌اند که توانسته‌اند از گروه کشورهای دارای درآمد متوسط به گروه کشورهای پردرآمد برسند (کشورهایی مثل ژاپن و کره جنوبی در منطقه آسیا موفق شدند از این دام رهایی یابند). با اینکه طی این مدت، بسیاری از کشورهای جهان توانستند از گروه کشورهای کم‌درآمد و فقیر خارج شوند یعنی از دام فقر بیرون بیایند اما خروج از گروه کشورهای درآمد متوسط به این راحتی میسر نیست. بررسی‌ها و شواهد نشان می‌دهد ایران از جمله کشورهایی است که ظاهراً در این دام گرفتار شده است و به این زودی‌ها نمی‌تواند از آن بیرون برود.

بتواند طی چند دهه خود را به سطح کشورهای با درآمد متوسط ارتقا دهد. کشور گرفتار در دام درآمد متوسط (مانند ایران) فاقد توانایی‌ها و پیش‌نیازهای ورود به تولید محصولات پیچیده و پیشرفته یا ارائه خدمات تخصصی است. لذا، از ملحق شدن به گروه کشورهای پردرآمد نیز باز می‌ماند. راهبردهای مختلفی برای خروج از این دام توسط اقتصاددانان معرفی شده است که مهم‌ترین آنها افزایش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، افزایش سرمایه‌گذاری در توسعه محصولات خدمات محور و افزایش نیروهای متخصص است. دلایل مختلفی برای این باقی ماندن در سطح درآمد متوسط وجود دارد؛ از جمله: تحقیق و توسعه و اقتصاد دانش بنیان در این کشورها وجود ندارد، نوآوری ندارند، و نمی‌توانند فناوری جذب کنند، کیفیت عوامل نهادی در این کشورها پایین است، نظام انگیزشی به سمت کارهای مولد و بخش خصوصی نوآور وجود ندارد و محصولاتی که تولید می‌کنند، بیشتر ساده و ابتدایی است و از آن دانش و مهارت بالا بی‌بهره‌اند. این عوامل سبب می‌شود این کشورها در دام درآمد متوسط باقی بمانند. از سوی دیگر، با توجه به اینکه شاخص پیچیدگی اقتصادی می‌تواند زوایای مهمی از اهداف سیاست‌های اقتصاد مقاومتی را محقق سازد، نیازمند آن است که در سیاست‌های کلان علمی، فناوری و اقتصادی توجه ویژه‌ای را به این مهم مبذول داشت. اهمیت پیچیدگی اقتصادی تنها به توانایی تجاری سازی علم و دانش در فرایند تولید محصولات محدود نمی‌شود و ابعاد به مراتب وسیع‌تری را در برمی‌گیرد. یکی از مهم‌ترین این ابعاد، درجه وابستگی یک اقتصاد است. پیداست هرچه سبب صادراتی کشوری متنوع‌تر و دربردارنده کالاهای پیچیده‌تری باشد، آن کشور از قدرت بیشتری در عرصه تعامل‌های اقتصادی و بین‌المللی برخوردار خواهد بود و به تعبیر بهتر، به لحاظ اقتصادی نیز مقاوم‌تر است. برعکس، چنانچه سبب صادراتی کشوری محدود و کالاهای محصولات صادراتی، فراگیری بیشتری داشته باشند (توسط کشورهای زیادی تولید شوند) این کشور در مبادلات تجاری شکننده‌تر بوده و مقاومت اقتصادی کمتری خواهد داشت.

اهمیت پیچیدگی اقتصادی از بعد دیگری نیز قابل بررسی است. این بُعد ناظر بر محیط نهادی یک اقتصاد است. از این منظر، اقتصاد پیچیده دارای سازوکارهایی تثبیت شده و قابل اعتماد برای ثبت اختراع، سازوکارهایی مناسب و باثبات برای تجاری کردن اختراعات، نظام حقوقی کارآمد در تضمین قراردادها و نظام مالی کارآمد برای تأمین مالی فرایند تولید به ویژه تولید کالاهای دانش بنیان است. با توجه به این شرایط، ضرورت توجه به اقتصاد مقاومتی مشخص می‌شود. این نوع اقتصاد معمولاً در رویارویی و تقابل با اقتصاد وابسته و مصرف‌کننده یک کشور قرار می‌گیرد که منفعل نیست و در مقابل اهداف اقتصادی سلطه، ایستادگی کرده و سعی در تغییر ساختارهای اقتصادی موجود و بومی سازی آن بر اساس جهان بینی و اهداف دارد. برای تداوم این نوع اقتصاد، باید هر چه بیشتر به سمت محدود کردن استفاده از منابع نفتی و رهایی از اتکای اقتصاد کشور به این منابع حرکت کرد. تمرکز بهترین دانشگاه‌های جهان در چند سال گذشته بر شاخص‌های پیچیدگی و اثبات قدرت پیشگویی رشد اقتصادی توسط این شاخص‌ها و همچنین فرصت‌های استفاده کاربردی از این شاخص‌ها برای سیاست‌گذاری‌های کلان اقتصادی، دلایل شایان توجه بودن این شاخص‌هاست. بدین ترتیب، اولین و اصلی‌ترین پیشنهاد مؤثر مورد توجه قراردادان تحقیقات انجام شده درباره شاخص‌های پیچیدگی و فضای محصولات توسط تصمیم‌گیرندگان اقتصادی کشور است. قبول تفکر مورد استفاده در این تحقیقات می‌تواند هدایتگر پیشنهادها و قدم‌های بعدی باشد.

پیشنهادها

با توجه به آنچه گفته شد، کشورهای در حال توسعه نظیر ایران برای بالارفتن از نردبان پیچیدگی اقتصادی، نیازمند انجام اصلاحاتی در انجام پژوهش‌ها و تحقیقات و همچنین تجاری سازی آنها هستند. باید توجه داشت، برای دستیابی به اقتصاد دانش بنیان و تحقق پیچیدگی اقتصادی، فقط تولید و توزیع اطلاعات و پرداختن به آموزش و پژوهش کافی نیست، بلکه هدف اصلی به‌کارگیری آنها و تبدیل دانش به

محصول و تجاری سازی آن است. لذا، لازم است برای سال‌ها و دوره‌های مختلف بررسی کنند چه میزان از تولیدات علمی به خروجی مطلوب و مشتری پسند در عرصه جهانی تبدیل شده است. این سنجش به خوبی توسط آمارهای سازمان تجارت جهانی و اطلس پیچیدگی اقتصادی برای کشورهای مختلف ارائه شده است و می‌تواند به عنوان معیاری مناسب مورد استفاده کشورها و دولت‌ها قرار گیرد. بر این اساس، تجاری سازی دانش به اصلاحاتی اساسی در رسالت، ساختار، فراگرد و فرهنگ حاکم بر سازمان‌ها در راستای نهادینه سازی آن نیاز دارد، که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود:

- تدوین سند راهبردی تجاری سازی علم و فناوری با تأکید بر حمایت و تسهیل فعالیت بخش خصوصی در این حوزه؛
- تکوین و تکامل قوانین مربوط به ثبت و حمایت از شرکت‌های دانش بنیان؛
- تدوین اسناد بخشی، فرابخشی و منطقه‌ای برای اجرایی نمودن نقشه جامع علمی کشور، با رویکرد آمایش علمی و فناوری؛
- هم‌راستاسازی و هماهنگی فعالیت‌های توسعه علمی و فناورانه با نیازهای صنعت، کشور و تحولات جهانی؛
- تعیین نقش و جایگاه نهادهای ملی مرتبط در سیاست‌گذاری علم، فناوری و تجاری سازی آنها؛
- طراحی و تدوین نظام پایش و هوشمندی تجاری سازی علم و فناوری در سطح ملی و جهانی؛
- توانمندسازی دانشگاه‌ها جهت کسب درآمد و تجاری سازی ایده‌های تازه و همچنین تقویت ارتباط صنعت و دانشگاه.

منابع

- اشراقی، شهاب (۱۳۹۳). درباره سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی. مقدمه‌ای بر نظریه پیچیدگی و استفاده از آن در اقتصاد، دفتر مطالعات اقتصادی، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.
- اولیاء، پرویز و قانعی، مصطفی (۱۳۹۲). «وضعیت تولید علم و فناوری کشور جمهوری اسلامی ایران در حوزه علوم پزشکی». مجله تحقیقات نظام سلام تحکیم، دوره ۱۷، شماره اول، پیاپی ۶۴، ۴۳-۳۴.

- پژم، سیدمهدی و سلیمی‌فر، مصطفی (۱۳۹۴). «بررسی تأثیر شاخص پیچیدگی اقتصادی بر رشد اقتصادی در ۴۲ کشور برتر در تولید علم». *مجله اقتصاد و توسعه منطقه‌ای*، سال دوم، ش ۱۰.
- چشمی، علی و ملک‌الساداتی، سعید (۱۳۹۲). شاخص پیچیدگی اقتصادی و ارتباط آن با ساختار نهادی تولید مقایسه تطبیقی ایران، کره جنوبی و ترکیه، اولین همایش توسعه پایدار با رویکرد بهبود محیط کسب و کار.
- حاضری، افسانه؛ توکلی‌زاده راوری، محمد؛ احمدی، ندا و سهیلی، فرامرز (۱۳۹۵). «تبیین چگونگی پیوند فناوری و علم: مطالعه موردی حوزه نانو الکترونیک». *پژوهش‌نامه کتابداری و اطلاع‌رسانی*، ش ۶، ص ۲، ۲۸۰-۲۶۲.
- حبیب‌زاده، الناز و نوروزی، ناصر (۱۳۹۶). «تحلیل وضعیت انتشارات علمی و ثبت پتنت در نظام ملی نوآوری ایران». *رهیافت*، ش ۶۵، ۳۶-۲۱.
- خالقی، نرگس (۱۳۸۶). «شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری». *مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، دوره ۱۸، ش ۳ (پیاپی ۷۱)، ۱۰۶-۹۰.
- سجادی، سید نصرالله؛ آشوری، نرگس؛ بشارتی، مینا و رضوانفر، مریم (۱۳۹۴). «بررسی وضعیت تولیدات علمی اعضای هیأت علمی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران طی سال‌های ۱۳۸۳ تا نیمه اول ۱۳۸۹». *مدیریت ورزشی*، دوره ۷، ش ۴، ۵۰۰-۴۸۷.
- سلامتی، طاهره؛ واعظی، احسان؛ معمارپور، مهدی و رجب‌زاده، علی (۱۳۹۵). «طراحی مدل تجاری سازی و ارائه الگوریتم پیشنهادی تجاری سازی دانش برای آموزش عالی». *مطالعات دانش‌شناسی*، سال دوم، ش ۸، ۱۰۵-۷۷.
- شاهمرادی، بهروز؛ چینی‌فروشان، پیام (۱۳۹۶). «سنجش دانش و مهارت با تکیه بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی». *رهیافت*، ش ۶۷، ۴۸-۳۳.
- طباطبائی‌ان، حبیب‌الله و فرقانی، علی (۱۳۸۴). «پیش‌بینی تکنولوژی و نقش آن در برنامه‌ریزی استراتژیک سازمان». *فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی*، دوره ۳، سال نهم، ۴۳-۳۴.
- عبدخدا، محمد هیوا؛ نوروزی، علیرضا و راوند، سامان (۱۳۹۰). «تحلیل موضوعی پروانه‌های ثبت اختراع مخترعان ایرانی در پایگاه‌های بین‌المللی ثبت اختراع در فاصله سال‌های ۲۰۱۱-۱۹۷۶». *مجله دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران (پیاورد سابق)*، دوره ۵، ش ۵، ۵۶-۴۶.
- فروزنده‌دهکردی، لطف‌اله؛ رحمانی، زین‌العابدین و عباسی اسفنجانی، حسین (۱۳۹۲). «اندازه‌گیری و سنجش عملکرد تجاری سازی تحقیقات در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی (مطالعه موردی: کشور نروژ)». *دوفصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی*، ش ۲۰، ۴۸-۳۵.
- محمودپور، بختیار (۱۳۹۵). «طراحی مدل پیش‌ران‌های تجاری سازی تحقیقات علوم انسانی». *فصلنامه علمی پژوهشی آموزش عالی ایران*، سال هشتم، شماره چهارم، ۷۷-۵۱.
- مجیدی، موسی و دهقانی، مرگن (۱۳۸۹). «تحلیل استنادی تطبیقی پروانه‌های ثبت اختراع مخترعان ایرانی و ترکیه‌ای در پایگاه‌های بین‌المللی ثبت اختراع از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۸». *فصلنامه دانش‌شناسی (علوم*

- کتابداری و اطلاع‌رسانی و فناوری اطلاعات)، سال ۳، شماره ۹، صفحات ۷۷-۸۸
- نامداریان، لیلا؛ کلانتری، نادیا و علیدوستی، سیروس (۱۳۹۶). *ارزیابی علم، فناوری و نوآوری: مروری بر شاخص‌ها و سازمان‌های فعال در این حوزه*. چاپ اول، پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)، تهران: چاپار.
 - نوروزی چالکی، عبدالرضا (۱۳۹۴). *آشنایی با علم‌سنجی: (مبانی، مفاهیم، روابط و ریشه‌ها)*. چاپ سوم، تهران: سمت.
 - نوروزی چالکی، عبدالرضا؛ مددی، زهرا (۱۳۹۳). «توصیف مقایسه‌ای رابطه تولید علم و پیشرفت فناوری کشورها: آیا افزایش تولید علم به منزله پیشرفت فناوری است؟» *پژوهش‌نامه کتابداری و اطلاع‌رسانی*، س ۵، ش ۱، ۲۰۴-۱۹۲.
 - یحیی‌زاده‌فر، محمود؛ شبابی، هومن؛ راسخی، سعید و شیرخدایی، میثم (۱۳۹۶). «مدل ساختاری-تفسیری سطح‌بندی عوامل اثرگذار بر ارتباط توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی در ایران». *فصلنامه علمی پژوهشی تأسیسات علم و فناوری*، سال نهم، ش ۳، ۹۴-۷۷.
 - Aarikka-Stenroos, L. , Sandberg, B. , & Lehtimäki, T. (2014). Networks for the commercialization of innovations: A review of how divergent network actors contribute. *Industrial Marketing Management*, 43 (3), 365-381. 4
 - Alai Arani, M. (2008). Study of collaboration between patent and scientific production of Iranian scientist between 1990-2007 [Thesis in Persian]. Tehran University, Faculty of Library and Information Sciences.
 - Arora, A. , Cohen, W. M. , & Walsh, J. P. (2016). The acquisition and commercialization of invention in American manufacturing: Incidence and impact. *Research Policy*, 45 (6), 1113-1128.
 - Arundel, A. V. , & Marcó, C. B. (2008). Developing internationally comparable indicators for the commercialization of publicly-funded research.
 - Bahar, D. , Hausmann, R. , & Hidalgo, C. A. (2014). Neighbors and the evolution of the comparative advantage of nations: Evidence of international knowledge diffusion?. *Journal of International Economics*, 92 (1), 111-123.
 - Bollen, J. , Rodriquez, M. A. , & Van de Sompel, H. (2006). Journal status. *Scientometrics*, 69 (3), 669-687.
 - Cadot, O. , Carrere, C. , & Strauss-Kahn, V. (2013). Trade diversification, income, and growth: what do we know?. *Journal of Economic Surveys*, 27 (4), 790-812.
 - Caldarelli, G. , Cristelli, M. , Gabrielli, A. , Pietronero, L. , Scala, A. , & Tacchella, A. (2011). Ranking and clustering countries and their products; a network analysis. arXiv preprint arXiv: 1108. 2590.
 - Cavdar, S. C. , & Aydin, A. D. (2015). An empirical analysis about technological development and innovation indicators. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, 1486-1495.

- Chen, C. J. , Chang, C. C. , & Hung, S. W. (2011). Influences of technological attributes and environmental factors on technology commercialization. *Journal of Business Ethics*, 104 (4), 525-535.
- Corkindale, D. (2010). Towards a business model for commercializing innovative new technology. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 7 (01), 37-51.
- Cozzens, S. E. , Bobb, K. , & Bortagaray, I. (2002). Evaluating the distributional consequences of science and technology policies and programs. *Research Evaluation*, 11 (2), 101-107.
- Do, T. H. , Mazzarol, T. , Volery, T. , & Reboud, S. (2012). Innovation commercialisation and anticipated return: a typology of innovative SMEs.
- Downie, J. (2005). The Power of Money: Commercialisation of Research Conducted in Public Institutions. *Otago L. Rev.* , 11, 305.
- Economics, W. I. P. O. , & Series, S. (2012). World intellectual property indicators.
- Erkan, B. , & Yildirimci, E. (2015). Economic Complexity and Export Competitiveness: The Case of Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, 524-533.
- Etzkowitz, H. , & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research policy*, 29 (2), 109-123.
- Falagas, M. E. , Kouranos, V. D. , Arencibia-Jorge, R. , & Karageorgopoulos, D. E. (2008). Comparison of SCImago journal rank indicator with journal impact factor. *The FASEB journal*, 22 (8), 2623-2628.
- Hidalgo, C. A. , & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the national academy of sciences*, 106 (26), 10570-10575.
- Hidalgo, C. A. , Klinger, B. , Barabási, A. L. , & Hausmann, R. (2007). The product space conditions the development of nations. *Science*, 317 (5837), 482-487. https://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/reports_stco.htm
- Inoua, S. (2016). A Simple Measure of Economic Complexity. *arXiv preprint arXiv: 1601. 05012*.
- Khademi, T. , Ismail, K. , Lee, C. T. , & Garmsari, M. (2015). The Role of Potential Licensee Availability in Facilitating Commercialization of Academic Research Results. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 172, 331-335.
- Koh, F. C. , Koh, W. T. , & Tschang, F. T. (2005). An analytical framework for science parks and technology districts with an application to Singapore. *Journal of business venturing*, 20 (2), 217-239.
- Langford, C. H. , Hall, J. , Josty, P. , Matos, S. , & Jacobson, A. (2006). Indicators and outcomes of Canadian university research: Proxies becoming goals?. *Research Policy*, 35 (10), 1586-1598.
- Leydesdorff, L. , & Van den Besselaar, P. (1997). Scientometrics and communication theory: Towards theoretically informed indicators.

Scientometrics, 38 (1), 155-174.

- Lin, Y. , Wang, Y. , & Kung, L. (2015). Influences of cross-functional collaboration and knowledge creation on technology commercialization: Evidence from high-tech industries. *Industrial marketing management*, 49, 128-138.
- Melkers, J. (2004). Assessing the Outcomes of state science and technology organizations. *Economic Development Quarterly*, 18 (2), 186-201.
- Mohannak, K. , & Samtani, L. A. (2014). A criteria based approach for evaluating innovation commercialisation.
- Noruzi, A. , & Abdekhoda, M. (2012). Mapping Iranian patents based on International Patent Classification (IPC), from 1976 to 2011. *Scientometrics*, 93 (3), 847-856.
- Pugliese, E. , Chiarotti, G. L. , Zaccaria, A. , & Pietronero, L. (2014). The Discernment of Heterogeneous Country Industrialization Patterns through Economic Complexity.
- Rothaermel, F. T. , Agung, S. D. , & Jiang, L. (2007). University entrepreneurship: a taxonomy of the literature. *Industrial and corporate change*, 16 (4), 691-791.
- Rylková, Ž. , & Chobotová, M. (2014). Protection of intellectual property as a means of evaluating innovation performance. *Procedia Economics and Finance*, 14, 544-552.
- Shaw, J. E. , Sicree, R. A. , & Zimmet, P. Z. (2010). Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes research and clinical practice*, 87 (1), 4-14.
- Spilling, O. R. (2004, June). Commercialization of knowledge—conceptual framework. In 13th Nordic Conference on Small Business (NCSB) Research.
- Wagner, S. , & Wakeman, S. (2016). What do patent-based measures tell us about product commercialization? Evidence from the pharmaceutical industry. *Research Policy*, 45 (5), 1091-1102.
- Walsh, P. R. (2012). Innovation nirvana or innovation wasteland? Identifying commercialization strategies for small and medium renewable energy enterprises. *Technovation*, 32 (1), 32-42.
- Wu, Y. , Welch, E. W. , & Huang, W. L. (2015). Commercialization of university inventions: Individual and institutional factors affecting licensing of university patents. *Technovation*, 36, 12-25.
- Yaacob, N. , Md Rasli, A. , Amat Senin, A. , & Othman, S. N. (2011). Perceptions of commercialization activities of research results among academic researchers in Malaysia. *American Journal of Economics and Business Administration*, 3 (1), 24-32.