پیچیدگی اقتصادی، رویکردی نوین برای سنجش تجاری‌سازی تولیدات علمی و فناورانه

محمدمهدی احمدیان دیوکتی[۱]، حسنعلی آقاجانی[۲]
میثم شیرخدایی[۳]، امیرمنصور طهرانچیان[۴]

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

چکیده

هدف هدف تحقیق حاضر، معرفی رویکرد پیچیدگی اقتصادی جهت سنجش میزان موفقیت تجاری‌سازی تولیدات علمی و فناورانه است.

روش: از آنجاکه رویکرد پیچیدگی اقتصادی مبتنی بر آن است که محصولات تولیدشدهٔ کشورها می‌توانند معرفِ میزان علم، فناوری و مهارت مورد نیاز برای تولید آنها باشند، سعی در محاسبهٔ میزان انباشت دانش و مهارت نهفته در اقتصاد دارد. لذا، در این پژوهش ابتدا تولیدات علمی و فناورانهٔ کشورهای منتخب بررسی شد و در ادامه، برای سنجش سهم تولیدات علمی و فناورانهٔ کشورهای منتخب در اقتصاد، به معرفی شاخص پیچیدگی اقتصادی و نحوهٔ محاسبهٔ آن پرداختیم.

یافته‌ها: یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد درک رویکرد پیچیدگی اقتصادی و استفاده از آن می‌تواند به ما در سنجش دانش و مهارت و روند آن در اقتصاد کشورها کمک شایانی کند. همچنین، یافته‌ها نشان می‌دهد هر چند رشدِ تولیدات علمی کشورهای منتخبِ در

۱. دانشجوی دکترای سیاست‌گذاری علم و فناوری دانشگاه مازندران. ahmadianmehdi@yahoo. com
۲. عضو هیئت‌علمی دانشگاه مازندران. aghajani@umz. ac. ir
۳. عضو هیئت‌علمی دانشگاه مازندران. shirkhodaie@umz. ac. ir
۴. عضو هیئت‌علمی دانشگاه مازندران. a. tehranchian@umz. ac. ir

حالِ توسعه از کشورهای توسعه‌یافته بیشتر بوده است، در ثبت اختراع و تجاری‌سازی این علوم، کشورهای توسعه‌یافتهٔ منتخب بیشترین موفقیت را داشته‌اند. این سنجش با استفاده از شاخص پیچیدگی اقتصادی، به‌خوبی قابل مشاهده است.

نتایج: انتشار مقاله‌های علمی فقط با هدف نمایش تعداد آنها و بدون درنظرگرفتن کیفیت، محتوا و کاربرد آنها در دنیای واقعی، تأثیر چندانی در تولید محصولات دانش‌بنیان، پیشرفت علمی و توسعهٔ اقتصادی نخواهد داشت لذا به‌کارگیری شاخص پیچیدگی اقتصادی می‌تواند به‌عنوان روشی ارزشمند برای سنجش میزان موفقیت دانش نظری و فنی در عرصهٔ کاربردی و عملی، مورد توجه سیاست‌گذارن و مسئولان قرار گیرد.

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

۱. مقدمه

عصر کنونی به‌درستی عصر علم و فناوری خوانده شده است. پیشرفت بشر در عرصه‌های مختلف دانش سبب شگفتی شده است به‌طوری‌که با هر اختراع و کشف جدید، راه برای ده‌ها کشف و اختراع دیگر باز می‌شود (نوروزی، چالکی و مددی، ۱۳۹۳). تولید علم و تحرّک علمی با رونق و پیشرفت فناوری کاملاً مرتبط است و فن و فنّاوری 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 توسعهٔ علمی به‌عنوان محرّک اصلی توسعهٔ همه‌جانبه و پایدار کشورها، نقش مهمی برعهده 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 چگونگیِ 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 آنجاکه در عرصه‌های ملی و فراملی، بازارهای گستردهٔ جهانی را تحت تسلط خود و دانش و فناوری‌های نوین خویش قرار داده‌اند. کاربردی‌کردن دانش و سرآمدبودن در

فناوری، یکی از شاخص‌های اصلیِ توسعهٔ جوامع است (کوه[1] و همکاران، ۲۰۰۵).

در تمامی مدل‌های رشد اقتصادی، دانش و فناوری نقشی محوری دارد و پیشرفت آن، موتور محرکهٔ رشد اقتصادی به‌شمار می‌رود. شکل‌گیری اقتصاد دانش‌بنیان یکی از سیاست‌های اصلیِ جوامع امروز و عامل اصلیِ رشد در این اقتصاد، خلق فناوری، دانش جدید و به‌کارگیری فناوری پیشرفته است. از حدود یک دههٔ اخیر در اروپا، آمریکا، ژاپن و برخی دیگر از کشورهای توسعه یافته، به فرایند ارزیابیِ دستاوردهای اجتماعی ـ اقتصادیِ نوآوری، توجه جدی شده است (کوزِنس[2] و همکاران ، ۲۰۰۲). رشد اقتصادی پایدار عمدتاً از طریق تحولات دانش و فناوری و سرمایهٔ انسانی توضیح داده می‌شود. فعالیت‌های تحقیق و توسعه، از منابع اصلیِ ایجاد تحول در حوزهٔ 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 زمینهٔ توسعهٔ علم و فناوری را با هدف رشد اقتصادی در ابعاد مختلف فراهم آورند (یحیی‌زاده‌فر و همکاران، ۱۳۹۶).

دانشی که در نتیجهٔ پژوهش‌ها در مراکز دانشگاهی تولید می‌شود، اگر جنبهٔ 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[3] است (پژم و سلیمی‌فر، ۱۳۹۴) که «هیدالگو و هاسمن»[4] (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 تولیدشده در آنها دارد. تولید هر محصول نیازمند دارا بودن دانش‌های خاص است. هرچه تولیدات یک کشور متنوع‌تر باشد به معنای آن است که دانش شکل‌گرفته و مجتمع‌شدهٔ بیشتری در آن کشور وجود دارد (هیدالگو و هاسمن، ۲۰۰۹). توجه به تجاری‌سازی نتایج تحقیقات و نوآوری‌ها، یکی از نمودهای رویکرد پذیرش اهمیت علم و فناوری و قبول تأثیر مستقیم آن بر توسعهٔ اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی است (اسنفجانی، ۱۳۹۶). با افزایش اهمیت تجاری‌سازی و کاربردی‌کردن تحقیقات، تلاش‌های چشمگیری برای تجاری‌سازی تحقیقات در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در حال انجام است. از این‌رو، ارزیابی فعالیت‌های تجاری‌سازی و شناسایی معیارها و شاخص‌های اندازه‌گیری تجاری‌سازی علم و فناوری، ضروری به‌نظر می‌رسد. این شاخص‌ها با دنبال‌کردن مشخصه‌های در حال تغییر، هشدارهای زودهنگامی را دربارهٔ رویدادها و روندهایی که ممکن است توانایی علمی و فناورانهٔ کشورها را در تأمین نیازهای ملی تضعیف کنند، فراهم می‌کنند. نکتهٔ مهم این است که شاخص‌ها مدام به‌روز می‌شوند. به‌همین دلیل، می‌توانند دربارهٔ رویدادها و روندهای محدودکنندهٔ 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 تجاری‌سازی علم و فناوری و همین‌طور نتایج و پیامدهای آن برای بسیاری از ذینفعان حایز اهمیت است (ملکرز[1]، ۲۰۰۴). شاخص‌های سنجش با دروندادها، بروندادها و پیامدها سروکار دارد (لانگفورد[2] و همکاران، ۲۰۰۶) و یا با «پتانسیل تجاری‌شدن» و «کاربرد» در ارتباط است (آروندل و ماکرو[3]، 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، شیوهٔ استانداردی موجود نیست و این داده‌ها به‌عنوان آمارهای R&D ملی جمع‌آوری نمی‌شوند. بسیاری از این داده‌ها در سالنامه‌ها و دفاتر راهنمای آماری ثبت نمی‌شوند (فروزندهٔ دهکردی و همکاران، ۱۳۹۲). به‌خاطر نبودِ تعریف‌های مشترک (برای مثال، نحوهٔ شمارش ثبت اختراعات و توافق‌نامه‌های لیسانس)، متفاوت‌بودن جوامع هدف (به‌عنوان مثال، آیا جامعهٔ آماری فقط شامل مؤسسات تحقیقاتی بوده یا کلیهٔ مؤسسات آموزش عالی را زیر پوشش قرار داده است) و تفاوت در شیوه‌های برخورد با ارزش‌های مفقودشده، انجام مقایسه‌های بین‌المللی دشوار است (آروندل و ماکرو، ۲۰۰۸). لذا شاخص پیچیدگی اقتصادی می‌تواند به‌عنوان 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 عرصهٔ پیچیدگی اقتصادی بررسی می‌کنیم تا درک بهتری از کاربردی‌شدن تولیدات علمی و اختراعات کشورها در عرصهٔ تولید محصولات دانش‌بنیان و پیچیده[1] در سطح جهانی حاصل شود. در نهایت، روند شاخص پیچیدگی اقتصادی ایران را تا سال ۲۰۲۵ پیش‌بینی خواهیم کرد.

۲. مرور مبانی نظری و پیشینهٔ پژوهش

ایدهٔ معرفی شاخص پیچیدگی اقتصادی، توسط گروهی از دانشمندان و محققان دانشگاه‌های هاروارد و ام‌ای‌تی[2] در سال ۲۰۰۶ کلید خورد. در این راستا، استاد برجستهٔ

1. Complexity.
2. Harvard & MIT.

اقتصاد پروفسور «ریکاردو هاوسمن»[1] دانشگاه توسعه و رئیس مرکز توسعهٔ بین‌المللی هاروارد و نیز «سزار هیدالگو»[2] فیزیکدان جوان ماساچوست، با تشکیل گروه تحقیقاتی گسترده‌ای به مطالعهٔ پیچیدگی اقتصادی و سپس فضای محصول پرداختند (هیدالگو و همکاران، ۲۰۰۷). پیچیدگی اقتصادی معیاری برای محاسبهٔ دانش و مهارت در یک جامعه است که از طریق محصولات تولیدشده 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 (باهار و همکاران، ۲۰۱۴). شواهد گویای آن است که رشد اقتصادی و درآمد کشورها، به تنوع محصولاتی که یک کشور تولید می‌کند وابسته است (کادوت[3] و همکاران، ۲۰۱۳). بهترین داده‌های قابل دسترس از تولید کشورها، آمار صادرات کشورهاست که از پایگاه داده آماری تجارت کالای سازمان ملل به‌دست می‌آید. شاخص پیچیدگی اقتصادی هر کشور متوسطی از ارزش‌های کالاهای صادراتی آن کشور است (اشراقی، ۱۳۹۳). پیچیدگی اقتصادی معیاری برای محاسبهٔ دانش و مهارت در یک جامعه است که از طریق محصولات تولیدشده 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 (باهار[4] و همکاران، ۲۰۱۴). به دیگر سخن، محصولات تولیدشده ردّ 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 فراهم‌ساختن ساختارهای مناسب برای تعامل افراد در جهت انباشت

1. Ricardo Hausman.
2. Cesar Hidalgo.
3. Cadot.
4. Bahar.

دانـش‌هـای مولـد پراکنـده و کـاربردی‌کـردن آن بـه‌کـار مـی‌رود، محاسـبهٔ آن مـی‌توانـد بسـتری را بـرای شناسـایی موفقیـت میـزان تجـاری‌سـازی تولیـدات علمـی و فناورانـه در اقتصاد کشورها فراهم کند.

اینکه چه کالاهایی دارای بیشترین سطح دانش و مهارت در خود هستند را می‌توان در پـژوهش «ارکـان ویلـدریمچی» (۲۰۱۵) پیـدا کـرد. آنهـا پـس از بـه‌کـارگیری شـاخص پیچیـدگی محصـول متوجـه شـدند کـه پیچیده‌ترین کالاها (با دانش و بامهارت‌ترین کالاهـا) در بازارهـای جهـانی، در رسـتهٔ محصـولات کارخانـه‌ای قـرار دارد کـه متضـمن تحقیـق و توسعه بودند و یا فعالیت‌های دانش‌بنیان و تکنولوژی‌بر، می‌باشند. در نتیجه، با کاهش سطح پیچیـدگی، فرایند تولیـد نیـز ساده‌تر می‌شود و تمایل به سمت کالاهای پایـه‌ای‌تر و مواد خام پدیدار می‌گـردد. «اینووا» (۲۰۱۶) در تبیین اینکه چگونه می‌تـوان از طریق تعداد محصولاتی که یک کشـور مـی‌سـازد، بـه سطح توسعهٔ فنّاورانهٔ آن کشور پی برد، تلاش‌هـایی کـرد. وی بیـان مـی‌دارد کـه عمـده تفاوت درآمـدی بین کشورها به‌دلیـل تفاوت در فنّاوری است که وی آن را قابل اندازه‌گیری می‌دانـد. از دیدگاه وی، شـاخص پیچیـدگی اقتصـادی همـان واحـد انـدازه‌گیـری دانـش و مهـارت و در واقـع بـرآوردی از ایـن معیار ساده است. همچنین «شاهمرادی و چینی‌فروشان» (۱۳۹۶) در پژوهش خود ضـمن بیان مفهومیِ شاخصِ پیچیدگیِ اقتصادی و پیچیـدگی محصول، نحوهٔ محاسبهٔ ایـن دو شاخص را از منظر تنوع و فراگیری به‌کار رفته در آنها بررسـی کردند و در نهایت محصـولات و اقتصادها را بر اساس میزان دانش و مهارت موجود در آنها رتبه‌بندی و سنجش نمودند.

در سـال‌هـای اخیـر، شناسـایی، تقویـت و فـراهم‌کـردن زمینـه‌هـای لازم بـرای تولیـد و به‌کارگیری علم و فناوری در هر کشور، عمده‌ترین توجّهات مسئولان و برنامه‌ریزان کشورها را به‌خود جلب کرده است. تولید علم یکی از پایه‌های اساسیِ توسعهٔ دانایی است. تولیـد علم زمینه‌ساز ایجاد فناوری و در نتیجه سبب تولید، اشتغال و ثروت در جامعه می‌گردد. به‌غیر از تولیدات علمی، مقولهٔ دیگری که در دنیای علم و فناوری مورد توجه بوده، نوآوری

در فناوری یا اختراعات و ابتکارهاست. تولید فناوری که نتیجهٔ به‌کارگیری علم و فرایند نوآوری در عرصه عمل است، کاربردی‌کردن نتایج تولیدات علمی نیز هست. اختراعات ثبت‌شده از بروندادهای مهمّ فرایند تحقیق و توسعه و از شاخص‌های مهمّ عملکردی سامانهٔ علم و فناوری است (مجیدی و دهقانی، ۱۳۸۹). دانش تولیدی در دانشگاه‌ها برای ایجاد مزیّت رقابتی و ایفای نقش توسعه‌ای خود باید توانایی تبدیل‌شدن به ثروت و درآمد را داشته باشد (محمودپور، ۱۳۹۵). از مؤلفه‌های اصلیِ هر نظام نوآوری، تولید فناوری است. از شاخصه‌های آن هم ثبت پتنت است. بنابراین، برای توسعهٔ نظام ملی نوآوری باید انتشارات و مقاله‌های علمی به فناوری تبدیل و برای صنعت کاربردی شوند (حبیب زاده و نوروزی، ۱۳۹۶). لذا تجاری‌سازی به‌معنای تبدیل نتایج تحقیقات به محصولات، خدمات و فرایندهایی است که می‌تواند موضوع معاملات تجاری باشد (دُونی[1]، ۲۰۰۵). طبق نظر «اسپیلینگ»[2]، تجاری‌سازی فراگرد تبدیل و دگرگونی دانش نظری موجود در نهادهای دانشگاهی در قالب برخی فعالیت‌های اقتصادی است (اسپیلینگ[3]، ۲۰۰۴). محققان و صاحب‌نظران مختلف در باب مدل‌های رایج در تجاری‌سازی دانش اظهارنظر کرده‌اند که در این قسمت به مرور مهم‌ترین آنها می‌پردازیم. مدل‌ها بیانگر مراحل، اقدام‌ها، جریان دانش و اطلاعات و عاملان انجام‌دهندهٔ فعالیت‌های تجاری‌سازی است. در جدول ۱، مروری بر الگوهای جهانیِ تجاری‌سازیِ علم و فناوری و مقایسهٔ آنها ارائه شده است.

1. Downie.
2. Spilling.
3. Spilling

جدول ۱. مقایسهٔ مدل‌های تجاری‌سازی (منبع: سلامتی و همکاران، ۱۳۹۵)

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

مدل	مبتنی بر فشار فناوری	روزنب و ایکل	مرحله‌ای مبتنی بر منبع	فرآیند تجاری سازی	سودر و شرمن	مدل کوپر
برنامه‌ریزی استراتژیک		*				
کشش تقاضا						
فشار فناوری	*					
خلق یا کشف فرصت				*		
نهاده						
ایده‌پردازی و پالایش ایده		*		*	*	*
پژوهش بنیادی			*			
پژوهش کاربردی			*			
بخش تحقیق‌وتوسعه		*			*	*
بخش طراحی	*		*			
مهندسی	*					
آزمون / ارزیابی						*
تولید	*		*	*	*	
بازاریابی	*		*			
محصول			*			*
تجاری سازی	*			*	*	*
بازخورد					*	*
عوامل محیطی						

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

مطالعه تجاری‌سازی تحقیق و فناوری و ابعاد آن بسیار مهم است زیرا چنین تحلیل‌هایی از تجاری‌شدن، فراهم‌کنندهٔ مدارک مهمی برای تصمیم‌گیری کاراترِ بیشتر مدیران و سیاست‌گذاران است. در حقیقت، موضوع تجاری‌سازی به‌عنوان یک زمینهٔ جدید در حال حرکت به‌سمت جلو بوده و مورد توجه محققان قرار گرفته است (چِن[1] و همکاران، ۲۰۱۱؛ روثارمل[2] و همکاران، ۲۰۰۷). در مطالعات مربوط به ارزیابی سنجش تجاری‌سازی تحقیقات دانشگاهی، معیارهای ارائه‌شده از سوی محققان شامل موارد زیر است:

1. Chen.
2. Rothaermel.

مجوز ثبت اختراع، مجوز انتشارات، ارزش درآمد مجوز، حق ثبت یا حقّ 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، سرمایهٔ دانشگاه و شرکت دانشگاهی، سیاست‌های دانشگاه، راهبردها، ساختار سازمانی، هنجارهای نهادی، فرهنگ سازمانی، مشوّق‌های سازمانی مانند تقسیم درآمد تجاری‌سازی بین گروه تحقیقاتی و دانشگاه، نظام ارتقا و اعتبار، بافت و زمینهٔ دانشگاه، کیفیت و درجه اعضای هیئت‌علمی، 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[1] و همکاران، ۲۰۱۱). در جدول۲، به برخی دیگر از شاخص‌های سنجش تجاری‌سازی با توجه به مطالعات گذشته اشاره شده است:

جدول ۲. شاخص‌های سنجش تجاری‌سازی

نویسنده/ نویسندگان	عوامل/ شاخص ها	توضیحات
واگنر و واکمن[2] (۲۰۱۶)	شاخص‌های مبتنی بر ثبت اختراع	عدم اطمینان دربارهٔ حفاظت از ثبت اختراعات، سرعت تجاری‌سازی را کاهش می‌دهد.
کاودار و آیدین[3] (۲۰۱۵)		شاخصی که می‌تواند نسلِ آیندهٔ منافع اقتصادی را تسهیل کند.
ری کووا و چوبوتوا[4] (۲۰۱۴)		بدون حمایت از مالکیت فکری، روند تجاری‌سازی غیرممکن است

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

نویسنده / نویسندگان	عوامل / شاخص ها	توضیحات
آریکا[1] و همکاران (۲۰۱۴)	فعالیت بازیگران شبکه (توزیع‌کنندگان، کاربران، مشتریان، تأمین‌کنندگان، سرمایه‌گذاران، مکمل‌ها، انجمن‌ها، سازمان‌های عمومی، سیاست‌گذاران)	- بازیگران شبکه پذیرش / انتشار و ایجاد بازارها را تسهیل می‌کنند؛ - وجود شبکه‌ای از سازمان‌ها برای فعالیت تجاری ضروری است
مُهنّاک و سامتانی[2] (۲۰۱۴)		- دخالت دانشگاه‌ها، روند تجاری‌سازی را تسهیل می‌کند
والش (۲۰۱۲) و کورکیندال[3] (۲۰۱۰)	- تقاضا و پیچیدگی بازار؛ - کیفیت محیط تجاری‌سازی	- تجاری‌سازی نوآوری به تقاضا و قابلیت‌های زیست‌محیطی بازار بستگی دارد. - تمامی محیط‌های تجاری‌سازی بر انتخاب استراتژی‌های تجاری‌شدن اثر می‌گذارند
آرورا[4] و همکاران (۲۰۱۶)	منشأ اختراع / ابتکار	منشأ اختراع را می‌توان به تجاری سازی پیوند داد.
لین[5] و همکاران (۲۰۱۵)	همکاری میان کارکردی و فعالیت‌های دانش سازمانی	همکاری متقابل کارکردی و فعالیت‌های دانش سازمانی، باعث تسهیل خلق دانش و تجاری سازی فناوری می‌گردد.
خادمی[6] و همکاران (۲۰۱۵)	در دسترس بودن صاحب جواز	در دسترس بودن مجوز[7] تسهیل تجاری سازی را تسهیل می‌کند
وو[8] و همکاران (۲۰۱۵)		اختراع دانشگاه بیشترین مجوز را دارد، اگر مخترعان به طور مثبت تجاری سازی تحقیقات را درک کنند
کاودار و آیدین (۲۰۱۵)	صادرات محصولات های‌تک	شاخصی برای اثربخشی اقتصادی فرایند تجاری سازی
دو[9] و همکاران (۲۰۱۲)	تحقیق و توسعه	تحقیق و توسعه بخشی از روند تجاری سازی است.

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

بررسی فعالیت‌های تجاری‌سازی انجام‌شده در ۷۹ دانشگاه مالزی نیز نشان می‌دهد که از شاخص‌های زیر در سنجش عملکرد تجاری‌سازی استفاده شده است: انتشار نتیجهٔ مطالعات دانشگاهی، برقراری ارتباط با کاربران خارج از دانشگاه نظیر شرکت‌های خصوصی یا آژانس‌های دولتی از طریق برگزاری سمینار، کنفرانس، نمایشگاه و گزارش از طریق رسانه‌های الکترونیکی یا مطبوعات؛ دعوت از گروه‌ها و سازمان‌هایی که می‌توانند به استفاده و بهره‌برداری از دانش جدید مبتنی بر نتایج تحقیق کمک کنند؛ درخواست ثبت پتنت براساس نتیجهٔ تحقیق؛ واگذاری و اعطای امتیاز به یک شخص یا سازمان برای تولید یا بازاریابی محصول حاصل از نتیجهٔ تحقیق و بازدهٔ مالی آن؛ شرکت‌های زایشی که برای تولید محصولات حاصل از نتیجه تحقیق تأسیس و راه‌اندازی شده‌اند (یاکوب[1] و همکاران، ۲۰۱۱).

۳. روش پژوهش

در این تحقیق، گردآوری داده‌ها در دو مرحله انجام می‌شود. در مرحله اول با استفاده از روش اسنادی و جستجو در پایگاه داده سایمگو و پایگاه اطلاعات اداره ثبت اختراع و علائم تجاری آمریکا[2] تولیدات علمی و تعداد اختراعات ثبت شده ایران و کشورهای منتخب در فاصله سال‌های ۲۰۱۵ - ۲۰۰۵ بررسی و سهم هریک از کشورها در این دو حوزه برحسب درصدی از کل تولیدات علمی و اختراعات در سطح جهان مشخص گردید. در گام بعدی، از آنجاکه یکی از نشانه‌های موفقیت نظام‌های علمی و فناورانه، به‌کارگیری دانش و نوآوری (اختراعات) در تولید و صادرات محصولات دانش‌براست، از شاخص پیچیدگی اقتصادی برای مقایسهٔ کارایی این نظام‌ها در عرصهٔ جهانی بهره گرفته‌ایم. پیچیدگی اقتصادی معیاری برای محاسبهٔ دانش و مهارت در یک جامعه است که از طریق محصولات تولیدشده در آن جامعه به این مهم می‌رسد. ترکیب

1. Yaacob.
2. United States Patent and Trademark Office.

فعالیت‌های تولیدشده در یک اقتصاد به‌روشنی می‌تواند اطلاعات کافی برای محاسبهٔ پیچیدگی اقتصادی ارائه کند. اطلاعات مربوط به پیچیدگی اقتصادی به تفکیک کشورهای جهان و محصولات صادراتی آنها، برای سال‌های مختلف، بر اساس داده‌های سازمان تجارت جهانی، در سایت اطلس پیچیدگی دانشگاه هاروارد[1]، برای همگان قابل دسترس است. اگر بپذیریم 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 نکتهٔ 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. به‌عبارت دیگر، میزان دانش کاربردیِ انباشته‌شده در یک کشور بر اساس «تنوع»[2] 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؛ آن هم کشورهایی که تمامی دانش کاربردی مورد نیاز را در اختیار دارند. اگر «همه‌جایی‌بودن یا فراگیری»[3] را به‌عنوان 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[4] هستند (چشمی و ملک‌الساداتی، ۱۳۹۲).

«هیدالگو و هاسمن» روشی را برای بازتاب پیچیدگی بر اساس 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 بگیرید که اگر کشور c، محصول p، وکشور o سایر کالاها را تولید می‌کند. بر این اساس می‌توان متنوع‌بودن و همه‌جایی‌بودن کالاها (فراگیری) را به‌سادگی با جمع‌زدن ردیف‌ها و ستون‌های این ماتریس محاسبه کرد. به بیان ریاضی، می‌توان این‌گونه تعریف کرد:

$$\text{Diversity} = K_{c,o} = \sum_p M_{cp} \quad (۱)$$

$$\text{Ubiquity} = K_{p,o} = \sum_c M_{cp} \quad (۲)$$

حال برای ایجاد سنجه‌ای دقیق از تعداد قابلیت‌ها و توانمندی‌های موجود در یک کشور، یا تعداد قابلیت‌های 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 فراگیربودن یا همه‌جایی بودن» محصولی که صادر می‌کند و نیز متوسط تنوع کشورهایی که این محصولات را صادر می‌کنند را محاسبه کنیم. این مسئله را می‌توان با کمک روابط زیر، بهتر بیان کرد:

$$K_{c,N} = \frac{1}{K_{c,o}} \sum_p M_{cp} \cdot K_{p,N-1} \quad (۳)$$

$$K_{p,N} = \frac{1}{K_{p,o}} \sum_c M_{cp} \cdot K_{c,N-1} \quad (۴)$$

با جای‌گذاری (۴) در (۳) داریم:

$$K_{c,N} = \frac{1}{K_{c,o}} \sum_p M_{cp} \; \frac{1}{K_{p,o}} \sum_{c'} M_{c'p} K_{c',N-2} \quad (۵)$$

$$K_{c,N} = \sum_{c'} K_{c',N-2} \sum_p \frac{M_{cp} M_{c'p}}{K_{c,o} K_{p,o}} \quad (۶)$$

اگر $\sum_p \frac{M_{cp} M_{c'p}}{K_{c,o} K_{p,o}}$ را $\widetilde{M_{cc'}}$ نام‌گذاری کنیم، داریم:

$$K_{c,N} = \sum_{c'} \widetilde{M_{cc'}} K_{c',N-2} \quad (۷)$$

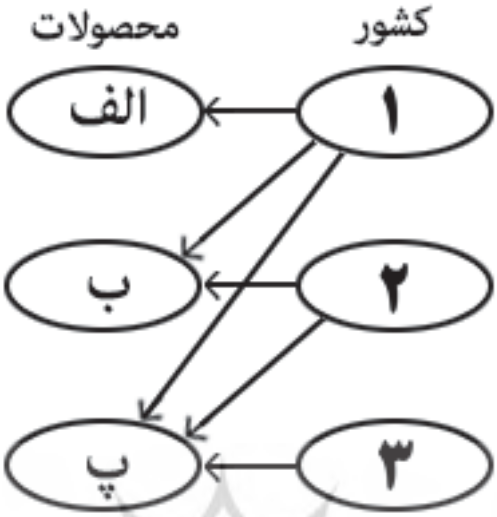
رابطه (۷) وقتی برقرار است که $K_{c,N} = K_{c',N-2} = 1$ این بردار ویژه $\widetilde{M_{cc'}}$ است که با بزرگ‌ترین مقدار ویژه مرتبط است. از آنجاکه این بردار ویژه برداری از اعداد یک است، دربردارندهٔ اطلاعات مفیدی نیست. بنابراین، به‌جای آن از بردار ویژه مربوط به دومین مقدار ویژه بزرگ استفاده می‌کنیم. این برداری است که بزرگ‌ترین مقدار واریانس را

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

$$ECI = \frac{\vec{K} - <\vec{K}>}{se\ (\vec{K})} \qquad (۸)$$

در این رابطه نماد < > معرف میانگین، se نشان‌دهندهٔ انحراف معیار، و $\vec{K}$ بردار ویژه ماتریس $\widetilde{M_{cc'}}$ مرتبط با دومین مقدر ویژه بزرگ آن است. پس از معرفی نحوهٔ 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 آن‌را بررسی می‌کنیم: در شکل۱، محصولات (الف، ب، و 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 آنجاکه محصول تولیدشده توسط کشور(۳) توسط تمامی کشورهای دیگر نیز تولید می‌شود، آن را محصول فراگیر می‌نامند. کشور(۱) را نیز به‌دلیل 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 حالی‌که کشور(۲)، کشور با پیچیدگی اقتصادی متوسط و کشور(۱)، کشوری با پیچیدگی اقتصادی پایین لقب می‌گیرد.



شکل۱. مفهوم پیچیدگی اقتصادی

۴. پرسش‌های پژوهش

۱. رتبه و سهم ایران و کشورهای منتخب در تولید علم در سطح جهانی، در فاصلهٔ سال‌های ۲۰۱۵ - ۲۰۰۵ چقدر بوده است؟

۲. سهم ایران و کشورهای منتخب در ثبت اختراعات، در فاصلهٔ سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۰۵ چقدر بوده است؟

۳. نمره و رتبه ایران و کشورهای منتخب با توجه به شاخص پیچیدگی اقتصادی در فاصلهٔ سال‌های ۲۰۱۵ - ۲۰۰۵ به چه صورت است؟

۵. یافته‌ها

۵-۱ بررسی تولیدات علمی کشورهای منتخب

کشورهای مختلف هرسال 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 جامعهٔ علمی، توان و قدرت کشور متبوع خود را در آن شاخهٔ علمی نشان می‌دهند. بررسی دقیق انتشارات علمی یک کشور، مزایای بی‌شماری از جمله موارد زیر را به‌دنبال 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 بازهٔ زمانی مشخص؛ شناسایی حجم ورودی‌های چرخهٔ فناوری کشور؛ مقایسه وضعیت با کشورهای هدف و مقایسهٔ 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 به‌عنوان چارچوبی برای سنجش و ارزیابی تولیدات و فعالیت‌های علمی، همواره از سوی متخصصان علم‌سنجی در کشورهای مختلف استفاده شده است. مطالعهٔ توسعهٔ علمی همواره مورد توجه مراکز و محافل تحقیقاتی و تصمیم‌گیری کشورها بوده است. ارزیابی علمی کشورها در یکی از پایگاه‌های علمی معتبر نظیر سایمگو[1] به‌عنوان 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 براساس ضریب تأثیر ارائه می‌دهد، برتری دارد (فالاگاس[2] و همکاران، ۲۰۰۸). نخست، سایمگو آنالیز خود را بر پایهٔ نشریات نمایه‌شده در اسکوپوس[3] انجام می‌دهد که از گستردگی بسیار بیشتری نسبت به ISI برخوردار است. دوم، به‌جای آنکه معیار مقایسه را ضریب تأثیر[4] در نظر بگیرد (که یک معیار قراردادی است و هیچ پشتوانهٔ علمی‌ای هم برای معیار بودن ندارد) براساس

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

الگوریتم Google PageRank عمل می‌کند که برتری آن در عمل اثبات‌شده و به‌طور خاص در مورد نشریات علمی هم مورد استفاده قرار گرفته است (بولن[1] و همکاران، ۲۰۰۶). سوم، برخلاف ضریب تأثیر که در بسیاری از موارد فقط برای مؤسساتی در دسترس است که حقّ عضویت کلانی به پایگاه ISI پرداخته‌اند، سایمگو تمام نتایج خود را به‌صورت رایگان و آزاد در اختیار علاقه‌مندان قرار می‌دهد. در نهایت، استفاده از سایمگو بسیار آسان‌تر از ISIknowledge است.

جدول۳. تعداد برونداده‌های علمی کشورهای منتخب، ۲۰۱۵- ۲۰۰۵

کشور	ترکیه	عربستان	مالزی	ایران	کره	ژاپن	اسرائیل	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

سایمگو، ۲۰۱۶

1. Bollen.

در جـدول۴ رتبـهٔ کشـورهای منتخـب بـر اسـاس تولیـدات علمـی طـی سـال‌هـای ۲۰۱۵ - ۲۰۰۵ ارائه شده است:

جدول۴. رتبهٔ 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

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مطـابق جـدول۴، کشـور آمریکـا در تمـامی سـال‌هـا رتبـهٔ اول را از آن خـود کـرده اسـت و کشـورهای آلمـان، ژاپـن و کـره نیـز رتبـه بسـیار مطلـوبی در عرصـه تولیـد علـم دارنـد. بـین کشـورهای ایـران، ترکیـه و اسـرائیل نیـز رقـابتی نزدیـک وجـود دارد و کشـورهای مـالزی و عربستان نیز طی سال‌های اخیر رشد قابل توجهی داشته و خود را وارد این رقابت کرده‌اند. رتبهٔ ایران در تولید علم طی۱۱ سال گذشته پیشرفت محسوسی داشته است و از رتبه ۳۴ در سال ۲۰۰۵ به رتبه ۱۷ در سال ۲۰۱۵ ارتقا یافته است. در جدول۵، میزان سهم هر کشور از تولید علم جهانی بر حسب درصد، به تفکیک کشور و سال ارائه شده است:

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

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

چنان‌که مشاهده می‌شود (جدول ۵) آمریکا طی سال‌های مختلف بیشترین سهم از تولید علم را در سطح جهان داشته اما در طی این مدت همواره یک روند نزولی را طی کرده است. همین‌طور کشورهای آلمان، اسرائیل و ژاپن نیز در این مدت سیر نزولی در سهم‌شان از علم جهانی داشته‌اند. اما کشورهای ترکیه، عربستان، مالزی، کره و ایران، رشدی صعوی را تجربه کرده‌اند. سهم کشور ایران طی این سال‌ها از ۰. ۴۲۷ درصد در سال ۲۰۰۵، به ۱. ۳ درصد در سال ۲۰۱۵ رسیده است.

۲-۵ بررسی وضعیت ثبت اختراع کشورهای منتخب

رقابت و پیچیدگی فناوری سبب شده تا روش‌های جدید برای استخرج اطلاعات به‌روز، کاربردی و کامل جهت فعالیت‌های 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[1] است که خود بیان‌کنندهٔ 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 به‌عنوان برونداد تحقیق و توسعه در نظر گرفت. از این‌رو، می‌توان آنها را مکمل مهمی برای سایر منابع اطلاعاتی برای اندازه‌گیری اطلاعات علمی و فناورانه کشورها دانست. از طریق پروانه‌های ثبت اختراع می‌توان دریافت که چه بخشی از مسائل علمی و فنّی یک کشور تاکنون حل شده و چه مسائل حل‌نشده‌ای نیاز به راه‌حل مناسب دارند. بدین‌ترتیب، می‌توان از دوباره‌کاری و صرف منابع مالی و نیروی انسانی در پژوهش‌های علمی و فنی جلوگیری کرد (آرانی[2]، ۲۰۰۸).

پروانه‌های ثبت اختراع در مطالعات علم‌سنجی، هم به‌صورت 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 تجاری‌شدن 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 کاربردی‌شدن بهره‌مندند (نوروزی چالکی، ۱۳۹۰). آمار پروانه‌های ثبت اختراع می‌تواند بیانگر فعالیت‌های نوآورانهٔ کشورها، مناطق و بنگاه‌ها در زمینهٔ 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[3] اداره ثبت اختراع و علائم تجاری آمریکا[4] مراجعه و همهٔ داده‌های مربوط به کشورهای مدّنظر جداگانه استخراج

1. Patent.
2. Alai Arani.
3. https: //www. uspto. gov/.
4. United States Patent and Trademark Office.

شد؛ بدین‌صورت که تمامی پروانه‌های ثبت اختراعات که از سال ۲۰۰۵ تا پایان ۲۰۱۵ در این پایگاه ثبت شده است، جزءِ جامعهٔ مطالعه‌شده قرار گرفت و سهم هر کشور در تمامی سال‌های بررسی شده، محاسبه گردید.

جدول۶. تعداد اختراعات ثبت‌شده، به تفکیک کشور و سال، ۲۰۱۵- ۲۰۰۵

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

چنان‌که انتظار می‌رفت (طبق جدول۶) کشورهای توسعه‌یافته بیشترین میزان ثبت اختراع را طی سال‌های مختلف به خود اختصاص داده‌اند و کشورهای در حال توسعهٔ منتخب، فاصلهٔ بسیار زیادی با این کشورها دارند. تعداد اختراعات ثبت‌شده به‌وضوح شکاف میان تولیدات علمی و ثبت اختراعات را نشان می‌دهد. تعداد ثبت اختراعات ایران نیز نشان‌دهندهٔ شکاف گسترده میان تولید علم و کاربردی‌سازی آن است. در جدول۷، سهم کشورهای منتخب از اختراعات جهانی به‌صورت درصدی از کلّ اختراعات مشخص شده است:

جدول ۷. سهم اختراعات ثبت‌شدهٔ 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 توسعه‌یافته قابل مشاهده است اما این ارتباط در میان کشورهای در حال توسعه و به‌خصوص ایران وجود ندارد. کشور آمریکا به‌تنهایی تقریباً در تمامی سال‌ها حدود نیمی از ثبت اختراعات در سطح جهان را به‌خود 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. چراییِ این مسئله، نیاز به بررسی و تحلیل ریشه‌ای و عمیق، و یافتن پاسخی برای این سوال دارد: چرا کشوری که در عرصهٔ 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 بر اساس رویکرد پیچیدگی اقتصادی

شاخص پیچیدگی اقتصادی، میزان دانش و مهارت را با توجّه به قابلیت‌ها و توانایی‌های دانش‌محور بودن کشورها در تولید و در نهایت تولید کالاهای پیچیده و تجاری‌سازی آنها، نشان می‌دهد. کشورِ با اقتصاد پیچیده، از طریق ادغام حجم زیادی از دانش و مهارت‌های مرتبط در قالب شبکه‌های بزرگ و پیچیده، این توانایی را به‌دست خواهد آورد تا مجموعهٔ متنوّعی از کالاهای دانش‌بر را تولید کند. این در حالی است که کشورهای با اقتصاد غیرپیچیده فقط توانایی تولید کالاهای ساده یا به‌عبارتی کالاهای کاربر یا سرمایه‌بر را خواهند داشت. کالاهای فراگیر به دانش چندانی نیاز ندارند و اگر داشته باشند توسط کشورهایی با پیچیدگی کم، قابلیت تولید دارند. لذا، دارای قدرت رقابت کمتری در سطح بین‌المللی هستند (شاهمرادی و چینی‌فروشان، ۱۳۹۶به نقل از کالداریلی و همکاران[1]، ۲۰۱۱).

بررسی‌ها نشان می‌دهد کشورهایی که علاوه بر داشتن تنوع، محصولات پیچیده‌تری نیز دارند، معمولاً از لحاظ اقتصادی پیشرفته‌تر هستند یا انتظار می‌رود رشد اقتصادی سریع‌تری را در آیندهٔ نزدیک داشته باشند (پوگلیزو همکاران[2]، ۲۰۱۴). در جدول۸، نمرهٔ کشورهای منتخب در عرصهٔ پیچیدگی اقتصادی، قابل مشاهده است:

جدول۸. مقایسهٔ نمرهٔ پیچیدگی اقتصادی کشورهای منتخب، ۲۰۱۵ .۲۰۰۵

سال / کشور	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵
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	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵
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	۱۶.۱	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

مقایسهٔ نمره پیچیدگی اقتصادی کشورها مطالب بسیار مهمی را در خود نهفته دارد و نشان‌دهندهٔ میزان علم و دانش به‌کار رفته در محصولات صادراتی کشورها و قدرت رقابت آنها در عرصهٔ بین‌المللی است. این نمره معمولا بین عدد ۳ و ۳- است. هرچه نمرهٔ پیچیدگی اقتصادی کشورها به عدد ۳ نزدیک‌تر باشد، آن کشور دارای اقتصاد پیچیده‌تری است و به عبارتی دانش‌بنیان‌تر است. و به هرمیزان که این عدد به ۳- نزدیک‌تر باشد، اقتصاد کشور پیچیدگی کمتری دارد. به‌عبارتی، کشور مذکور به صادرات مواد خام، فروش منابع طبیعی و معدنی، کشاورزی و به‌طور 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 (به‌خصوص نفت خام) تشکیل می‌دهد. از طرف دیگر، نمره پیچیدگی کشورهای توسعه‌یافته مثبت است و این عدد بیانگر آن است که این کشورها کمتر به صادرات منابع طبیعی و خام‌فروشی اقدام می‌کنند و سیاست‌های خود را با تأکید بر صادرات محصولات دانش‌بنیان و تجاری‌سازی تولیدات علمی و فناورانه تدوین کرده‌اند. با توجه به نمرهٔ پیچیدگی اقتصادی، می‌توان

کشورهای منتخب را رتبه‌بندی کرد. در جدول۹، رتبهٔ کشورهای منتخب طی سال‌های ۲۰۱۵ - ۲۰۰۵ براساس این رویکرد ارائه شده است:

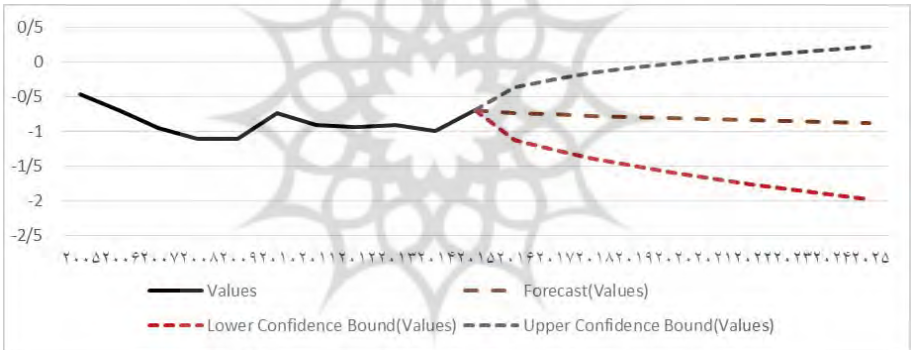
جدول۹. رتبهٔ کشورهای منتخب براساس رویکرد پیچیدگی اقتصادی

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 جدول۹، مقایسهٔ جایگاه کشورهای مختلف راحت‌تر است. چنان‌که مشاهده می‌شود، به‌غیر از سال ۲۰۱۴، در تمامی سال‌ها 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 دانش‌بنیان را تجاری‌سازی و وارد رقابت جهانی کند. این موضوع نیازمند آسیب‌شناسی و توجه ویژهٔ مسئولان و سیاست‌گذاران کشور به این امر مهم است. تحلیل داده‌ها گویای این مطلب است که کشورهای منطقه و جهان با توجه به درک شرایط اقتصاد بین‌الملل و نیاز به ایجاد سبد صادراتی متنوع و توجه ویژه به مقولهٔ علم و

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

پیش‌بینی روند پیچیدگی اقتصادی ایران تا افق چشم‌انداز ۱۴۰۴ و حدّ اطمینان بالا و پایین آن با توجه به روند گذشته نیز نشان‌دهندهٔ این مطلب است که تغییر محسوسی در تجاری‌سازی تولیدات علمی و فناورانهٔ کشور و به‌تبع آن افزایش پیچیدگی اقتصادی اتفاق نخواهد افتاد. در نمودار۱، پیش‌بینی روند پیچیدگی اقتصادی ایران تا سال ۲۰۲۵ م (۱۴۰۴ ش) ارائه شده است:



نمودار۱. پیش‌بینی روند پیچیدگی اقتصادی ایران تا سال ۲۰۲۵ میلادی

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

جدول ۱۰. پیش‌بینیِ نمرهٔ پیچیدگی ایران تا سال ۲۰۲۵ میلادی

سال	پیش بینی	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 دهه‌های اخیر نشان می‌دهد نمرهٔ ایران در تمامی این سال‌ها منفی بوده است و طبق پیش‌بینی روند، تا سال ۲۰۲۵ نیز وضعیت خوبی برای ایران متصور نیست.

۷. بحث و نتیجه‌گیری

انتشار مقاله‌های علمی فقط با هدف نمایش تعداد آنها و بدون درنظرگرفتن کیفیت و محتوا و کاربردشان در دنیای واقعی، تأثیر چندانی در تولید و پیشرفت علمی نخواهد داشت. دستیابی به تولید علمِ کاربردی برای رفع نیازهای کشور، زمانی محقق خواهد شد که نگرش دربارهٔ سیاست‌گذاری تغییر کند، منابع مالی به آن اختصاص یابد و محققان دانشگاهی در این راه تلاش کنند. یکی از دلایل اصلیِ سرعت پیشرفت و توسعهٔ فناوری در کشورهای صنعتی، توجه به فرایند تجاری‌سازیِ نتایج پژوهش‌های داخلی آن کشورها بوده است. تحقیقات این کشورها اغلب حاصل مشاهدات وسیع میدانی و تحقیقات عملی و نتیجهٔ حلّ یک مشکل واقعی یا مبیّن پیشرفت‌های واقعی صنعت است.

دربارهٔ ایران، چنان‌که از نتایج این پژوهش برمی‌آید، میان تولید علم و کاربردی‌کردن آن خلأ عمیقی وجود دارد. رسیدن به وضعیت مطلوب‌تر در زمینهٔ تبدیل علم به ثروت و افزایش پروانه‌های ثبت اختراعات به‌منزلهٔ عاملی مهم در تبدیل علم به ثروت، نیازمند برنامه‌ریزی صحیح و تشویق مخترعان به ثبت کارهای فناورانهٔ خود در مجامع

بین‌المللی است. اصلاح قوانین و کاستن از بوروکراسی‌های اداری در حوزهٔ علم و فناوری، حمایت مالی و معنوی از شرکت‌های فناورانه و طرح‌های نوآورانهٔ 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، نبودِ توانایی لازم برای تجاری‌سازی و پیاده‌سازی دستاوردهای پژوهشی در محصولات و فرایندهای جدید و عرضهٔ آنها به بازار، یکی از نقاط ضعف عمدهٔ کشورهای در حال توسعه در فرایند صنعتی‌شدن است. چالش اصلی ایران در زمینهٔ تولیدات علمی، کاربردی‌شدن آنها در بخش‌های صنعتی و ورود محصولات و نتایج آن در سطح جامعه است. جایگاه مطلوب کشور در عرصه تولید علم گویای وجود ظرفیت‌های بالقوهٔ سرمایهٔ انسانی برای دستیابی به جایگاه اقتصادی بالاتر از وضع فعلی است. با این‌حال، ناتوانی در کاربردی و تجاری‌کردن 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 پایین‌آمدن شدید نمرهٔ پیچیدگی اقتصادی کشور شده است.

از طرفی، خطر گرفتار شدن در «دام درآمد متوسط[1]» کشورهای در حال توسعه از جمله ایران را ـ به‌عنوان کشوری که بیش از ۵۰ سال است در سطح درآمد متوسط باقی مانده است ـ به‌طور 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 ظاهرا 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 ارائهٔ خدمات تخصصی است. لذا، از ملحق‌شدن 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 توسعهٔ محصولات خدمات‌محور و افزایش نیروهای متخصص است. دلایل مختلفی برای این باقی‌ماندن در سطح درآمد متوسط وجود دارد؛ از جمله: تحقیق و توسعه و اقتصاد دانش‌بنیان در این کشورها وجود ندارد، نوآوری ندارند، و نمی‌توانند فنّاوری 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 تجاری‌سازیِ علم و دانش در فرایند تولید محصولات محدود نمی‌شود و ابعاد به‌مراتب وسیع‌تری را در برمی‌گیرد. یکی از مهم‌ترین این ابعاد، درجهٔ وابستگی یک اقتصاد است. پیداست هرچه سبد صادراتی کشوری متنوع‌تر و دربردارنده کالاهای پیچیده‌تری باشد، آن کشور از قدرت بیشتری در عرصهٔ تعامل‌های اقتصادی و بین‌المللی برخوردار خواهد بود و به تعبیر بهتر، به لحاظ اقتصادی نیز مقاوم‌تر است. برعکس، چنانچه سبد صادراتی کشوری محدود و کالاها و 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 تثبیت‌شده و قابل اعتماد برای ثبت اختراع، سازوکارهایی مناسب و باثبات برای تجاری‌کردن اختراعات، نظام حقوقی کارآمد در تضمین قراردادها و نظام مالی کارآمد برای تأمین مالی فرایند تولید به‌ویژه تولید کالاهای دانش‌بنیان 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 مصرف‌کنندهٔ یک کشور قرار می‌گیرد که منفعل نیست و در مقابل اهداف اقتصادی سلطه، ایستادگی کرده و سعی در تغییر ساختارهای اقتصادیِ موجود و بومی‌سازی آن بر اساس جهان‌بینی و اهداف دارد. برای تداوم این نوع اقتصاد، باید هر چه بیشتر به سمت محدودکردن 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 قراردادن تحقیقات انجام‌شده دربارهٔ شاخص‌های پیچیدگی و فضای محصولات توسط تصمیم‌گیرندگان اقتصادی کشور است. قبول تفکر مورد استفاده در این تحقیقات می‌تواند هدایتگر پیشنهادها و قدم‌های بعدی باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

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 تجاری‌سازی آنها هستند. باید توجه داشت، برای دستیابی به اقتصاد دانش‌بنیان 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 تجاری‌سازی آن است. لذا، لازم است برای سال‌ها و دوره‌های مختلف بررسی کنند چه میزان از تولیدات علمی به خروجی مطلوب و مشتری‌پسند در عرصهٔ جهانی تبدیل شده است. این سنجش به‌خوبی توسط آمارهای سازمان تجارت جهانی و اطلس پیچیدگی اقتصادی برای کشورهای مختلف ارائه شده است و می‌تواند به‌عنوان معیاری مناسب مورد استفاده کشورها و دولت‌ها قرار گیرد. بر این اساس، تجاری‌سازی 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:

ـ تدوین سند راهبردی تجاری‌سازی علم و فناوری با تأکید بر حمایت و تسهیل فعالیت بخش خصوصی در این حوزه؛

ـ تکوین و تکامل قوانین مربوط به ثبت و حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان؛

ـ تدوین اسناد بخشی، فرابخشی و منطقه‌ای برای اجرایی‌نمودن نقشه جامع علمی کشور، با رویکرد آمایش علمی و فناوری؛

ـ هم‌راستاسازی و هماهنگی فعالیت‌های توسعهٔ علمی و فناورانه با نیازهای صنعت، کشور و تحولات جهانی؛

ـ تعیین نقش و جایگاه نهادهای ملیِ مرتبط در سیاست‌گذاری علم، فناوری و تجاری‌سازی آنها؛

ـ طراحی و تدوین نظام پایش و هوشمندی تجاری‌سازی علم و فناوری در سطح ملی و جهانی؛

- توانمندسازی دانشگاه‌ها جهت کسب درآمد و تجاری‌سازی 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 حوزهٔ 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». *مجلهٔ اقتصاد و توسعهٔ منطقه‌ای*، سال دوم، ش۱۰.
- چشمی، علی و ملک‌الساداتی، سعید (۱۳۹۲). شاخص پیچیدگی اقتصادی و ارتباط آن با ساختار نهادی تولید مقایسه تطبیقی ایران، کره‌جنوبی و ترکیه، اولین همایش توسعه پایدار با رویکرد بهبود محیط کسب‌وکار.
- حاضری، افسانه؛ توکلی‌زاده راوری، محمد؛ احمدی، ندا و سهیلی، فرامرز (۱۳۹۵). «تبیین چگونگی پیوند فناوری و علم: مطالعه موردی حوزه نانوالکترونیک». *پژوهش‌نامه کتابداری و اطلاع رسانی*، س۶، ش۲، ۲۸۰-۲۶۲.
- حبیب‌زاده، الناز و نوروزی، ناصر (۱۳۹۶). «تحلیل وضعیت انتشارات علمی و ثبت پتنت در نظام ملی نوآوری ایران». *رهیافت*. ش۶۵، ۳۶-۲۱.
- خالقی، نرگس (۱۳۸۶). «شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری». *مطالعات ملی کتابداری و سازماندهی اطلاعات*، دوره ۱۸، ش۳ (پیاپی۷۱)، ۱۰۶-۹۰.
- سجادی، سیدنصرالله؛ 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 تجاری‌سازی و ارائه الگوریتم پیشنهادی تجاری‌سازی دانش برای آموزش عالی». *مطالعات دانش‌شناسی*، سال دوم، ش۸، ۱۰۵-۷۷.
- شاهمرادی، بهروز؛ چینی‌فروشان، پیام (۱۳۹۶). «سنجش دانش و مهارت با تکیه بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی». *رهیافت*، ش۶۷، ۴۸-۳۳.
- طباطبائیان، حبیب‌الله و فرقانی، علی (۱۳۸۴). «پیش‌بینی تکنولوژی و نقش آن در برنامه‌ریزی استراتژیک سازمان». *فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی*، دوره۳، سال نهم، ۴۳-۳۴.
- عبدخدا، محمدهیوا؛ 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، ش۵، ۵۶-۴۶.
- فروزندهٔ دهکردی، لطف‌اله؛ رحمانی، زین‌العابدین و عباسی اسفنجانی، حسین (۱۳۹۲). «اندازه‌گیری و سنجش عملکرد تجاری‌سازی تحقیقات در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی (مطالعه موردی: کشور نروژ)». *دوفصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی*، ش۲۰، ۴۸-۳۵.
- محمودپور، بختیار (۱۳۹۵). «طراحی مدل پیشران‌های تجاری‌سازی تحقیقات علوم انسانی». *فصلنامه علمی پژوهشی آموزش عالی ایران*، سال هشتم، شماره چهارم، ۷۷-۵۱.
- مجیدی، موسی و دهقانی، مژگان (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 اطلاع رسانی و فناوری اطلاعات)، سال ۳، شماره ۹، صفحات ۸۸-۷۷

- 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 ریشه ها)*. چاپ سوم، تهران: سمت.
- نوروزی چالکی، عبدالرضا؛ مددی، زهرا (۱۳۹۳). «توصیف مقایسه‌ای رابطه تولید علم و پیشرفت فناوری کشورها: آیا افزایش تولید علم به‌منزلهٔ پیشرفت فناوری است؟» *پژوهش‌نامه کتابداری و اطلاع‌رسانی*، س۵، ش۱، ۲۰۴- ۱۹۲.
- یحیی‌زاده‌فر، محمود؛ شبابی، هومن؛ راسخی، سعید و شیرخدایی، میثم (۱۳۹۶). «مدل ساختاری ـ تفسیری سطح‌بندی عوامل اثرگذار بر ارتباط توسعهٔ علم، توسعهٔ فناوری و رشد اقتصادی در ایران». *فصلنامه علمی پژوهشی تأسیسات علم و فناوری*، سال نهم، ش۳، 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.