

## سنجش دانش و مهارت با تکیه بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی

بهروز شاهمرادی<sup>۱\*</sup>، پیام چینی‌فروشان<sup>۲</sup>

۱. عضو هیأت علمی گروه اقتصاد علم، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران

۲. کارشناس ارشد دبیرخانه شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۲۸

### چکیده

رویکرد پیچیدگی اقتصادی مبتنی بر این ایدئولوژی است که محصولات تولید شده در اقتصاد می‌توانند معرف میزان دانش و مهارت مورد نیاز جهت تولید آن‌ها باشند و با این فرض که کشورها محصولی را تولید نمی‌کنند مگر آنکه دانش و مهارت تولید آن را داشته باشند، سعی در محاسبه میزان انباشت دانش و مهارت نهفته در اقتصاد را خواهد داشت. به همین منظور در مقاله پیش رو، به پیچیدگی اقتصادی از منظر چگونگی سنجش دانش و مهارت پرداخته شده است. در همین راستا ضمن بیان مفهومی شاخص پیچیدگی اقتصادی و پیچیدگی محصول، نحوه محاسبه این دو شاخص را از منظر تنوع و فراگیری به کار گرفته شده در آن‌ها بررسی نموده‌ایم تا نهایتاً بتوان محصولات و اقتصادها را بر اساس میزان دانش و مهارت موجود در آن‌ها رتبه‌بندی و سنجش نماییم.

**کلیدواژه‌ها:** شاخص پیچیدگی اقتصادی، شاخص پیچیدگی محصول، سنجش دانش و مهارت، تنوع و فراگیری

## ۱. مقدمه

رمز جامعه مدرن در این نیست که هر فرد نسبت به افراد جامعه سنتی میزان بیشتری دانش و مهارت در اختیار دارد، بلکه در این است که از دانش و مهارت وسیعی که توسط تک تک افراد جمع‌آوری شده است، استفاده کند [۱].

اگرچه در نگاه مرسوم، اقتصاددانان معمولاً به هر محصولی به مثابه ترکیبی از عوامل تولید از قبیل سرمایه انسانی، سرمایه فیزیکی و منابع طبیعی نگاه می‌شود، اما می‌توان به محصولات با نگاهی متفاوت نیز پرداخت. در این حالت از راه پیوند عوامل اقتصادی با تفسیر فیزیکی آن‌ها متوجه خواهیم شد که یک عامل مازاد دیگری وجود خواهد داشت که می‌بایست لحاظ می‌شد. این عامل مازاد همان دانش و مهارت<sup>۲</sup> انباشته‌شده در سطح انبوه است که به افزایش تنوع و مهارت در فعالیت‌های اقتصادی می‌انجامد و توسط هاوسان و هیدالگو تحت عنوان پیچیدگی اقتصادی<sup>۳</sup> نام‌گذاری شده است [۲]. در این منظر، محصول می‌تواند بیانگر دانش و مهارت به‌کاررفته در خود باشد و این همان چیزی است که پیچیدگی اقتصادی به‌دنبال سنجش آن است.

در جوامع پیچیده، افراد با دانش مختلف باید توانایی ایجاد ارتباط و ترکیب‌نمودن دانش خود را جهت تولید محصول داشته باشند؛ بنابراین، پیچیدگی اقتصادی در ارتباط با ترکیب محصولات تولیدی یک کشور است و بیانگر مجموعه قابلیت‌هایی برای نگه‌داشت و ترکیب دانش و مهارت است. بدیهی است جوامعی که فاقد بخش‌هایی از این مجموعه قابلیت‌ها باشند در تولید چنین محصولات پیچیده‌ای محکوم به شکست هستند. بنابراین، پیچیدگی اقتصادی

به‌صورت غیرمستقیم نیز معیاری برای محاسبه قابلیت‌های مورد نیاز برای تولید محصولات یک اقتصاد است. پیچیدگی اقتصادی با این فرض که کشورها محصولی را تولید نمی‌کنند مگر آنکه دانش و مهارت تولید آن را داشته باشند، سعی در محاسبه میزان انباشت دانش و مهارت نهفته در اقتصاد را دارد. به دیگر سخن، از آنجایی که برای تولید یک محصول مشخص نیازمند دانش و مهارت خاصی هستیم، در نتیجه با شناسایی محصولات تولیدشده در یک اقتصاد می‌توان به میزان دانش و مهارت موجود در آن جامعه و نیز ترکیب آن پی برد. به همین منظور در ادامه سعی می‌شود تا ایده سنجش دانش و مهارت را با تکیه بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی به‌عنوان هدف اصلی این مقاله مورد مطالعه قرار دهیم. برای تحقق این هدف به بررسی مفاهیم دانش و مهارت، پیچیدگی اقتصادی، نحوه محاسبه و ایجاد شاخص پیچیدگی اقتصادی<sup>۴</sup> جهت سنجش دانش و مهارت می‌پردازیم. در ادامه به روشی جهت ترسیم دانش و مهارت در اقتصادها نگاهی خواهیم کرد. بررسی مطالعات صورت گرفته در باب رویکرد پیچیدگی اقتصادی در سنجش دانش و مهارت نیز بخش دیگری از این نوشتار را شکل می‌دهد. همچنین تحلیلی بر دانش و مهارت موجود در اقتصاد ایران داشته و در نهایت به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادهایی برای سنجش دانش و مهارت در ایران و نیز اشاره‌ای به کاستی‌ها و نقص‌های رویکرد پیچیدگی اقتصادی مبحث را خاتمه خواهیم داد.

## ۲. دانش و مهارت

جهت بیان مفاهیم دانش و مهارت یا همان دانش صریح<sup>۵</sup> و دانش ضمنی<sup>۶</sup> از منظر اقتصادی، می‌توانیم

4. Economic Complexity Index  
5. Explicit Knowledge  
6. Implicit Knowledge

1. Hidalgo, 2011  
2. Knowledge and Knowhow  
3. Economic Complexity

تشخیص دهیم، چهره‌ها را شناسایی کنیم، غذا را هضم کنیم و عواطف را تشخیص دهیم. ما می‌توانیم این وظایف را انجام دهیم، به این دلیل که در انجام آن‌ها مهارت داریم. مهارت ظرفیت محاسباتی ضمنی است که به ما توانایی انجام کارها را می‌دهد و در هر دو سطح فردی و جمعی قابل انباشت است.

ماهیت ضمنی مهارت به نظر عجیب می‌رسد، به این دلیل که موجب می‌شود ما حس آدم‌آهنی‌هایی را پیدا کنیم که از آنچه انجام می‌دهند، ناآگاهند. البته هیچ‌چیز عجیبی در این موضوع وجود ندارد. همان‌طور که ماروین مینسکی<sup>۴</sup> پدر هوش مصنوعی یک‌بار بیان کرد: «هیچ کامپیوتری تا به حال طراحی نشده است که از آنچه که انجام می‌دهد آگاه باشد، ما نیز در بیشتر موارد این‌گونه هستیم [۱].»

شبهه به کشورها، کالاها نیز در اکتساب میزان دانش و مهارت با هم متفاوت‌اند. میزان دانش و مهارت مورد نیاز جهت تولید یک محصول می‌تواند از محصولی تا محصولی دیگر کاملاً متفاوت باشد. بیشتر کالاهای مدرن، دانشی بیشتر از آنچه که یک فرد در اختیار دارد را می‌طلبند. هیچ‌کس در این دنیا، حتی با دانش‌ترین کارآفرین، به‌تنهایی قادر به ساخت یک هواپیما نیست. وی باید به دانش دیگران در مورد تکنولوژی به‌کاررفته در موتور جت، توسعه ساخت‌افزارها، فلزکاری و مدیریت منابع انسانی و دیگر مهارت‌های مورد نیاز تکیه کند. برای جامعه‌ای که در سطح بالایی از دانش مولد فعالیت می‌کند، افراد باید چیزهای متفاوتی را بلد باشند. اما تنوع در دانش و مهارت به‌تنهایی نمی‌تواند کافی باشد. برای لحاظ‌نمودن دانش در تولید محصول، جوامع باید این دانش‌های مختلف را در قالب تیم‌ها، سازمان‌ها و بازارها توزیع نمایند.

هم از طبقه‌بندی‌های نوناکا (۱۹۹۴)<sup>۱</sup> [۳] استفاده کنیم که دانش را به دو بعد دانش صریح و ضمنی تقسیم می‌کند، و هم از طبقه‌بندی کوئین و همکاران (۱۹۹۶)<sup>۲</sup> [۴] که دانش را به چهار بعد چپستی، چرایی، چگونگی و کیستی دانش<sup>۳</sup> تقسیم می‌نمایند. لازم به ذکر است که طبقه‌بندی کوئین و همکاران نیز خود به دو بعد دیگر قابل تبدیل است؛ بدین نحو که چپستی و چرایی را در قالب دانش صریح و چگونگی و کیستی را در قالب دانش ضمنی قرار دهیم. بنابراین در این مقاله هر جا سخن از دانش به میان آمده، منظور دانش صریح بوده و منظور از مهارت نیز همان دانش ضمنی است.

دانش و مهارت دو ظرفیت کلیدی مرتبط با اقتصاد می‌باشند که برای تولید محصول در اقتصاد و جامعه حیاتی هستند. با وجود این، دانش و مهارت یکی نیستند. به بیان ساده، دانش دربردارنده ارتباط و پیوستگی‌های بین نهادهاست [۱]. این روابط، بیشتر برای پیش‌بینی خروجی رویدادها بدون نیاز به رخداد آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای مثال، ما می‌دانیم که استفاده از تنباکو احتمال ابتلا به سرطان ریه را بالا می‌برد، در نتیجه می‌توان از چنین ارتباطی برای پیش‌بینی پیامدهای استفاده از تنباکو بدون نیاز به استعمال آن بهره ببریم.

مهارت با دانش متفاوت است، زیرا مهارت دربردارنده ظرفیت انجام فعالیت‌هاست که ضمنی است [۱]. برای مثال، بیشتر ما می‌دانیم که چطور راه برویم، هرچند ندانیم که چگونه راه می‌رویم. بیشتر ما می‌دانیم که چگونه اشیاء را با یک تصویر تشخیص دهیم و نام‌گذاری کنیم، حتی اگر ندانیم که چگونه این وظایف کلامی و مفهومی را انجام می‌دهیم. اغلب ما می‌دانیم که چگونه اشیاء را از زوایای گوناگون

1. Nonaka, 1994

2. Quinn et al., 1996

3. Know-What, Know-Why, Know-How and Know-Who

4. Marvin Minsky

### ۳. مفهوم پیچیدگی اقتصادی

ایده معرفی شاخص پیچیدگی اقتصادی توسط گروهی از دانشمندان و محققان دانشگاه‌های هاروارد و ام‌ای‌تی در سال ۲۰۰۶ کلید خورد. در این راستا پروفیسور ریکاردو هاوسمن<sup>۱</sup> استاد برجسته اقتصاد توسعه و رئیس مرکز توسعه بین‌المللی<sup>۲</sup> دانشگاه هاروارد و نیز فیزیکدان جوان ماساچوست، سزار هیدالگو<sup>۳</sup>، با تشکیل گروه تحقیقاتی گسترده‌ای به مطالعه ایده پیچیدگی اقتصادی و سپس فضای محصول<sup>۴</sup> پرداختند [۵]. آن‌ها با نوشتن مقالات متعدد از سال ۲۰۰۷ به بعد اقدام به معرفی آن به دنیای خارج نمودند. از آنجایی که این روش دارای برتری چشمگیری نسبت به روش‌های دیگر در توصیف دلایل اختلاف رشد اقتصادی کشورهای مختلف از منظر دانش و مهارت بود، در نتیجه از اقبال خوبی برخوردار گردید؛ به نحوی که آن‌ها بر آن شدند تا در سال ۲۰۱۱ اولین اطلس پیچیدگی اقتصادی جهان را منتشر کنند [۶]. دومین نسخه از این اطلس نیز در سال ۲۰۱۳ تدوین شد [۷]. که آخرین نسخه آن در سال ۲۰۱۴ مورد بازبینی مجدد قرار گرفته است [۸]. آن‌ها همچنین اقدام به ارائه یک نسخه آنلاین از این اطلس نموده‌اند که می‌توان از طریق وبگاه دانشگاه هاروارد به آن دسترسی پیدا کرد<sup>۵</sup>. به‌علاوه، بخش ترسیمی مرکز تجارت سازمان ملل نیز بخش‌هایی از وبگاه خود را به این رویکرد اختصاص داده است<sup>۶</sup> که نشان از اهمیت و آینده خوش‌بینانه این شاخص دارد. پیچیدگی اقتصادی معیاری برای محاسبه دانش و مهارت در یک جامعه است که از طریق محصولات تولیدشده در آن جامعه به این مهم می‌رسد؛ چرا که

ایدئولوژی مرتبط به آن بر این پایه استوار است که اگر ساخت یک محصول، نیازمند نوع خاصی از دانش و مهارت باشد، آنگاه می‌توان نتیجه گرفت که کشورهایایی که آن محصول را تولید می‌کنند دانش و مهارت مورد نیاز برای تولید آن را نیز دارند [۹]. به دیگر سخن محصولات تولیدشده رد پای دانش و مهارت را به ما نشان می‌دهند.

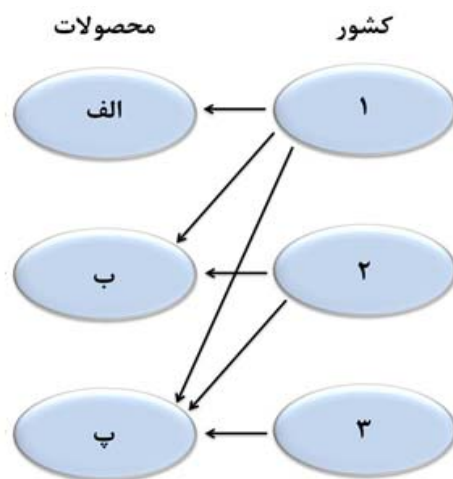
پیچیدگی اقتصادی نشان می‌دهد که میزان دانش و مهارتی که یک کشور در اختیار دارد را می‌توان از متنوع‌بودن<sup>۷</sup> محصولاتی که تولید می‌کند (و یا از تعداد محصولات مجزایی که تولید می‌کند) به‌دست آورد [۱۰]. در نتیجه حجم دانش و مهارت موجود در یک اقتصاد اساساً به این مسئله که هر یک از افراد جامعه از چه میزان دانش و مهارت برخوردار هستند، وابسته نیست؛ بلکه حجم و انباشت دانش و مهارت می‌بایست بر اساس تنوع دانش و مهارت باشد. و به تبع، این تنوع دانش و مهارت موجود در بین افراد توانایی آن‌ها، به ترکیب این دانش و مهارت و استفاده از آن در قالب شبکه‌های پیچیده تعاملات وابسته است.

اقتصادهای پیچیده قابلیت این را دارند که حجم زیادی از دانش و مهارت مرتبط را در قالب شبکه‌های وسیعی از افراد تجمیع نموده و مجموعه‌ای متنوع از کالاهای دانش بر را تولید نمایند. این در حالی است که اقتصادهای با پیچیدگی کم، دارای انباشت ضعیفی از دانش و مهارت بوده و دارای تنوع محصولات تولیدی کمتری هستند [۱۱ و ۱۲]. از آنجایی که محصولات این دسته از کشورها معمولاً توسط کشورهای زیادی تولید می‌شود، به آن‌ها محصولات فراگیر<sup>۸</sup> می‌گویند [۶]. به‌طور مشابه، محصولات فراگیر معمولاً نیازمند دانش و مهارت کمتری هستند؛ به

1. Ricardo Hausman  
2. Center for International Development  
3. Cesar Hidalgo  
4. Product Space  
5. atlas.cid.harvard.edu/explore/tree\_map/  
6. http://atlas.media.mit.edu/en/rankings/country/

7. Diversification  
8. Ubiquity

در شکل ۱، تولیدات (الف، ب و ج) سه کشور (۱)، ۲ و ۳) نشان داده شده است. با یک بررسی ساده می‌توان پی برد که کشور (۱) بیشترین تنوع در تولید (تولید تمامی محصولات موجود) و کشور (۳) کمترین تنوع در تولید (تولید تنها یک محصول) را به خود اختصاص داده است. از آنجایی که محصول تولیدشده توسط کشور (۳) توسط تمامی کشورهای دیگر نیز تولید می‌شود، آن را محصول فراگیر می‌نامند، و نیز کشور (۱) را به دلیل تولید تمامی محصولات موجود، کشوری با تنوع بالا گویند. حال با توجه به این که کشور (۱) هم کشوری متنوع است و هم کالاهایی که تولید می‌کند کشورهای دیگر قادر به تولید آن نیستند، به اصطلاح کالاهای پیچیده، 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. بیان مفهومی پیچیدگی اقتصادی

#### ۴. روش تحقیق

با استفاده از روش ریاضی برای رسیدن به شاخص پیچیدگی اقتصادی انجام داد. در این حالت می‌بایست از ماتریس  $Mcp$  استفاده شود؛ بدین نحو که اگر

دیگر سخن، محصولات با فراگیری کمتر نیازمند دانش و مهارت‌های به نسبت بیشتری هستند. به همین نحو، تنوع و فراگیری، تخمین تقریبی از تنوع دانش و مهارت‌های موجود در یک کشور برای یک محصول هستند. بنابراین در روش پیچیدگی اقتصادی، فراگیری و تنوع را برای برطرف‌نمودن نقایض همدیگر و در جهت تکمیل هر دو، با هم در نظر می‌گیرند. در همین راستا لازم به ذکر است که اگر کشوری محصولی را تولید می‌کند که دارای فراگیری کمی است (مثل نفت و ذخایر معدنی)، باید مد نظر داشت که آیا این محصول توسط کشورهایی تولید می‌شود که دارای تنوع در تولید محصولات پیچیده هستند، یا این که فقط محصولات کم‌تنوع و فراگیر را تولید می‌کنند. در نتیجه، به کشوری «پیچیده» گفته می‌شود که هم کالاهای پیچیده تولید می‌کند و هم کالاهای متنوع زیادی را تولید می‌کند [۷]. بنابراین، اقتصادهای پیچیده، نخست به دانش و مهارت لازم برای تولید گستره متنوعی از محصولات دسترسی دارند؛ دوم، دانش و مهارت لازم برای تولید محصولاتی را در اختیاردارند که امکان تولید آن در هر کشوری وجود ندارد.

#### ۳-۱. نحوه محاسبه پیچیدگی اقتصادی

از آنجایی که پیچیدگی اقتصادی برای بیان میزان توانایی کشورها در تولید کالاهای پیچیده از رهگذر فراهم‌ساختن ساختارهای مناسب برای تعامل افراد در جهت انباشت دانش‌های مولد پراکنده و کاربردی کردن آن به کار می‌رود؛ لذا محاسبه آن می‌تواند بستری برای شناسایی سطح دانش و مهارت در اقتصاد کشورها را فراهم نماید. به همین دلیل سعی خواهد شد تا در ادامه با استفاده از مثالی که توسط هاوسمن و همکارانش در اطلس پیچیدگی اقتصادی [۶] به کار گرفته شده است، نحوه محاسبه آن را بررسی نماییم.

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

در این رابطه نماد  $\langle \rangle$  معرف میانگین،  $se$  نشان دهنده انحراف معیار و  $\bar{K}$  بردار ویژه ماتریس  $cc'$  مرتب با دومین مقدار ویژه بزرگ آن است. به همین نحو نیز می توان شاخص پیچیدگی محصولات (PCI) را محاسبه نمود. فقط کافی است تا با جابه جایی نماد  $c$  با نماد  $p$  در رابطه فوق PCI را به صورت زیر استخراج نمود:

$$PCI = \frac{\bar{Q} - \langle \bar{Q} \rangle}{se(\bar{Q})} \quad (۹)$$

در این رابطه  $\bar{Q}$  بردار ویژه ماتریس  $pp'$  مرتبط با دومین مقدار ویژه بزرگ است.

پس از معرفی نحوه اندازه گیری شاخص پیچیدگی اقتصادی و نیز پیچیدگی محصولات اکنون می توان به رتبه بندی کشورها و محصولات از لحاظ انباشت دانش و مهارت بر اساس این دو شاخص پرداخت. در همین راستا اقدام به جمع آوری داده های مربوط به صادرات ۱۲۸ کشور<sup>۱</sup> طی سال های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۴ نمودیم که در سایت سازمان ملل بخش تجارت خارجی موجود است<sup>۲</sup>. و در ادامه با استفاده از روش معرفی شده در بالا اقدام به به کارگیری این داده ها جهت به دست آوردن شاخص پیچیدگی اقتصادی و پیچیدگی محصول نمودیم.

### ۵. شاخص پیچیدگی کشورها و محصولات<sup>۳</sup>

شاخص پیچیدگی اقتصادی، بیانگر میزان پیچیدگی و تنوع سبد محصولات صادراتی یک کشور

۱. جهت دستیابی به شاخص پیچیدگی اقتصادی، نیازمند استفاده از داده های صادرات تمام کشورهای جهان هستیم که با توجه به فیلتر انجام شده توسط هاوسمن و همکاران در اطلس پیچیدگی اقتصادی (هاوسمن و همکاران، ۲۰۱۱) به ۱۲۸ کشور محدود خواهد شد.

2. <https://comtrade.un.org/data/>  
3. Economic Complexity Index

کشور  $c$  محصول  $p$  را صادر کند عدد ۱ قرار می گیرد و در غیر این صورت عدد صفر لحاظ می شود. بر این اساس می توان متنوع بودن و فراگیری بودن کالاها را به سادگی با جمع زدن ردیفها و ستونهای این ماتریس محاسبه نمود. به بیان ریاضی می توان تعریف کرد:

$$Kc,0 = \sum p M_{cp} \quad (۱)$$

$$Kp,0 = \sum c M_{cp} \quad (۲)$$

اکنون برای به دست آوردن معیاری دقیق از تعداد قابلیتها و توانمندیهای موجود در یک کشور یا تعداد قابلیتهای مورد نیاز برای ساخت یک کالا، این امکان وجود دارد که اطلاعات مربوط به دو معیار فوق را با کمک یکدیگر تکمیل نمود. این امر مستلزم آن است که متوسط فراگیری بودن محصولی که هر کشور صادر می کند و نیز متوسط تنوع کشورهایی که آن را صادر می کنند را محاسبه کنیم. برای کالاها نیز باید متوسط تنوع کشورهایی که این محصولات را تولید می کنند و متوسط فراگیری بودن سایر کالاهایی که این کشور تولید می کند را محاسبه کنیم. این قضیه را می توان با کمک روابط زیر بهتر نشان داد:

$$Kc,N = 1/Kc,0 \sum p M_{cp}.Kp,N-1 \quad (۳)$$

$$Kp,N = 1/Kp,0 \sum c M_{cp}.Kc,N-1 \quad (۴)$$

با جایگذاری (۴) در (۳) خواهیم داشت:

$$Kc,N = 1/Kc,0 \sum p M_{cp}. 1/Kp,0 \sum c' \quad (۵)$$

$$Mc'p.Kc',N-2$$

$$Kc,N = \sum c' K c',N-2 \sum M_{cp} \quad (۶)$$

$$Mc'p/Kc,0Kp,0$$

اگر  $\sum M_{cp} Mc'p/Kc,0Kp,0$  را بردار ویژه  $cc'$

$\bar{M}$  نام گذاری کنیم آن وقت خواهیم داشت:

$$K c',N-2 \bar{M} cc' Kc,N = \sum c' \quad (۷)$$

رابطه (۷) زمانی برقرار است که

$$Kc,N = Kc,N-2 = 1$$

اقتصادی عبارت خواهد بود از:

به دست می‌آید، بالتبع حجم انباشت دانش و مهارت موجود در جامعه را نیز نشان می‌دهد.

به طور مثال می‌توان ده کشور دارای بالاترین و پایین‌ترین شاخص پیچیدگی اقتصادی را در جداول ۱ و ۲ مشاهده کرد.

جدول ۱. ده کشور اول با بالاترین شاخص پیچیدگی اقتصادی در سال ۲۰۱۴

رتبه	نام کشور	شاخص پیچیدگی اقتصادی	رتبه	نام کشور	شاخص پیچیدگی اقتصادی
۱	ژاپن	۲/۲۰۹	۶	اتریش	۱/۷۰۲
۲	آلمان	۱/۹۲۲	۷	جمهوری چک	۱/۶۳۵
۳	سوئیس	۱/۸۷۳	۸	فنلاند	۱/۵۹۸
۴	کره جنوبی	۱/۸۲۳	۹	مجارستان	۱/۴۹۹
۵	سوئد	۱/۷۱۰	۱۰	انگلیس	۱/۴۸۱

منبع: بر اساس محاسبات پژوهش<sup>۲</sup>

است. این شاخص با استفاده از تئوری پیچیدگی اقتصادی و محاسبه آن، به رتبه‌بندی کشورها بر حسب سطح پیچیدگی آن‌ها می‌پردازد. بررسی‌ها نشان داده است که کشورهایی که علاوه برداشتن تنوع محصولات، دارای محصولات پیچیده تولیدی نیز می‌باشند، معمولاً از لحاظ اقتصادی پیشرفته‌تر هستند و یا انتظار می‌رود که رشد اقتصادی سریع‌تری را در آینده نزدیک‌تر تجربه نمایند [۱۳]؛ و بالتبع، شاخص پیچیدگی اقتصادی را می‌توان به عنوان معیاری از توسعه اقتصادی در نظر گرفت [۱۴ و ۱۵].

این شاخص همچنین میزان دانش و مهارت را با توجه به قابلیت‌ها و توانایی‌های دانش‌محور بودن کشورها در تولید و نهایتاً تولید کالاهای پیچیده 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 دانش بر را تولید نماید. این در حالی است که کشورهای با اقتصاد غیر پیچیده فقط توانایی تولید کالاهای ساده یا به عبارتی کالاهای کاربر یا سرمایه‌بر را خواهند داشت. کالاهای فراگیر یا نیاز به دانش چندانی ندارند و یا اگر داشته باشند توسط کشورهای با پیچیدگی کم قابلیت تولید را دارند، لذا دارای قدرت رقابت کمتری در سطح بین‌المللی هستند [۱۶]. در نتیجه، پی بردن به این‌که چه کالاهایی از سطح پیچیدگی بالایی برخوردارند را می‌توان در شاخصی تحت عنوان شاخص پیچیدگی محصول<sup>۱</sup> جست. به علاوه، همان‌طور که گفته شد، محصولات پیچیده، متضمن دانش و مهارت بیشتری نسبت به محصولات فراگیر هستند؛ بنابراین از آنجایی که شاخص پیچیدگی اقتصادی بر حسب پیچیدگی و فراگیری محصولات

۲. ممکن است که برخی از رتبه‌بندی‌های مربوط به جداول این پژوهش با رتبه‌بندی‌های اطلس پیچیدگی اقتصادی متفاوت باشد که دلیل اصلی آن را می‌توان در استفاده نمودن از طبقه‌بندی‌های مختلف کالاها جست. برای مثال استفاده از داده‌های SITC و یا HS می‌تواند منجر به نتایجی با اختلاف اندک شود. در این مقاله ما از داده‌های HS07rev4 در تمامی جداول و نمودارها استفاده نموده‌ایم که شامل ۱۲۸ کشور و ۱۲۴۰ محصول می‌شود. دلیل استفاده از این داده‌های متفاوت از اطلس نیز به خاطر در دسترس بودن آن‌ها برای دوره تحت مطالعه بوده است.

1. Product Complexity Index

جدول ۲. ده کشور با پایین ترین شاخص پیچیدگی اقتصادی در سال ۲۰۱۴

رتبه	نام کشور	شاخص پیچیدگی اقتصادی	رتبه	نام کشور	شاخص پیچیدگی اقتصادی
۱	آنگولا	-۲/۳۲۸	۶	موریس	-۱/۶۳۵
۲	نیجریه	-۲/۱۳۲	۷	لیبی	-۱/۶۱۶
۳	سودان	-۱/۷۴۳	۸	کنگو	-۱/۴۷۸
۴	گینه	-۱/۷۲۸	۹	گینه نو	-۱/۴۶۰
۵	یمن	-۱/۶۹۹	۱۰	مالاوی	-۱/۴۳۸

منبع: بر اساس محاسبات پژوهش

به همین نحو با استفاده از شاخص پیچیدگی محصول نیز می توان اقدام به رتبه بندی محصولات بر اساس میزان دانش و مهارت مورد نیاز جهت تولید آن ها نمود که در جداول ۳ و ۴ به ترتیب پنج قلم محصول با بالاترین و پایین ترین حجم انباشت دانش و مهارت نمایش داده شده اند.

جدول ۳. پنج محصول با بالاترین شاخص پیچیدگی محصول در سال ۲۰۱۴

رتبه	نام محصول	کد محصول	شاخص پیچیدگی محصول
۱	لوله های سربی و لوله و اتصالات	۷۸۰۵	۶/۶۰۰
۲	ماشین های اکسترو دینگ کشش، تکسچرینگ یا برش مواد نسجی سنتتیک یا مصنوعی	۸۴۴۴	۵/۷۲۵
۳	آکوردئون و ملزومات مشابه	۹۲۰۴	۵/۶۳۵
۴	دستگاه متمرکز ماشین کاری، ماشین ساخت تک واحدی	۸۴۵۷	۵/۱۵۹
۵	سرعت ها و مصنوعات آن	۸۱۱۳	۴/۹۶۴

منبع: بر اساس محاسبات پژوهش

جدول ۴. پنج محصول با پایین ترین شاخص پیچیدگی محصول در سال ۲۰۱۴

رتبه	نام محصول	کد محصول	شاخص پیچیدگی محصول
۱	کنف و سایر الیاف نسجی	۵۳۰۳	-۴/۶۷۴
۲	دانه کاکائو	۱۸۰۱	-۴/۵۹۸
۳	سنگ نیوبیوم، تانتال، وانادیوم یا زیر کونیوم و کنسانتره های آن	۲۶۱۵	-۳/۸۲۰
۴	ریشه مانیوک	۰۷۱۴	-۳/۷۹۴
۵	سنگ قلع	۲۶۰۹	-۳/۷۷۵

منبع: بر اساس محاسبات پژوهش

### ۶. نمونه هایی از مطالعات مبتنی بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی در سنجش دانش و مهارت

بیان مفهوم دانش و مهارت در قالب رویکرد پیچیدگی اقتصادی، بدعتی آشکار را نشان می دهد که خود نشان دهنده بکربودن این موضوع در سطح جهانی است. هر چند که در این مقاله، اهتمام مجدانه ای صورت گرفته است تا به لایه های زیرین تحقیقات گذشته در این راستا دسترسی پیدا گردد، اما به دلیل بدیع بودن این موضوع، تلاش ها تنها منتج به یافتن مطالعات اندکی شده است. لذا شایان ذکر است که در این قسمت سعی شده تا مطالعات پیشین از منظر ارتباط با دانش و مهارت (هر چند اندک) و با تکیه بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی بررسی شوند. با توجه به موارد ذکر شده و نیز عدم انجام تحقیقات داخلی پیرامون این موضوع که خود جزو خلأهای مقاله پیش رو است، در نتیجه فقط به ذکر پیشینه پژوهش های خارجی اکتفا می شود.

هاوسمن و هیدالگو (۲۰۱۱) با تغییر رویه، نگرش خود را در مورد اقتصاد از حالت سنتی به حالتی که



ارتباط با نرخ رشدی از صادرات خواهد بود که بزرگتر از میزان ۱/۵ درصد در سال است. بنابراین، به نظر آن‌ها سرریز دانش و مهارت معیاری تأثیرگذار در شاخص‌های اقتصادی است، به نحوی که حتی می‌تواند سیر تکاملی مزیت نسبی کشورها را نیز تحت تأثیر خود قرار دهد.

این‌که چه کالاهایی دارای بیشترین سطح دانش و مهارت در خود هستند را می‌توان در پژوهش ارکان و یلدیریمیچی (۲۰۱۵) پیدا کرد. آن‌ها بعد 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، پروسه تولید نیز ساده‌تر می‌شد و تمایل به سمت کالاهای پایه‌ای‌تر و مواد خام پدیدار می‌گردد. به عقیده آن‌ها، قدرت پیدا کردن در تولید محصولات ساده در سطح جهانی، نه می‌تواند به تولید ناخالص داخلی کشور و نه به توسعه‌یافتگی کشور کمک کند. نتایج آن‌ها حاکی از آن بود که کشور ترکیه جهت افزایش شاخص پیچیدگی اقتصادی خود، می‌باید به جای تأکید بر صادرات مواد خام، بر تولید کالاهایی با ارزش افزوده بیشتر و دانش‌محور بودن تکیه کند. در نتیجه، می‌توان شاهد افزایش سهم صادرات ترکیه در عرصه بین‌المللی بود که به تبع آن می‌تواند رشد و توسعه اقتصادی را برای کشور به ارمغان آورد.

تلاش‌هایی نیز در تبیین این‌که چگونه می‌توان از طریق تعداد محصولات که یک کشور می‌سازد، به سطح توسعه تکنولوژیکی یک کشور پی برد توسط اینووا (۲۰۱۶) انجام پذیرفت. وی بیان می‌دارد که عمده تفاوت درآمدی بین کشورها به دلیل تفاوت در تکنولوژی است که وی آن را قابل اندازه‌گیری می‌داند. از دیدگاه وی شاخص پیچیدگی اقتصادی، همان واحد

در آن به ساختار محصولات در قالب شبکه‌ای که کشورها را به محصولات صادراتی آن‌ها مرتبط می‌کند، تغییر می‌دهند. آن‌ها این شبکه را با چهار ویژگی به ترتیب زیر مشخص می‌نمایند: رابطه منفی بین تنوع یک کشور و میانگین فراگیری صادرات آن، توزیعات غیرنرمال برای فراگیری محصول، تنوع کشور و محصولاتی که با هم صادر می‌شوند. آن‌ها ساختار این شبکه را با فرض این‌که محصولات نیازمند تعداد زیادی نهاده غیرقابل تجارت، قابلیت‌ها و یا همان دانش و مهارت در سطح افراد و زیرساختارهای تولیدی در سطح کلان هستند و این‌که کشورها در تمامیت سری قابلیت‌هایی که دارند متفاوت‌اند، مدل‌گذاری می‌کنند. آن‌ها این مدل را بدین نحو که احتمال این‌که کشوری دارای یک‌سری دانش و مهارت است و یک محصول نیز نیازمند یک‌سری دانش و مهارت باشد را ثابت در نظر می‌گیرند و این ملاحظات را در قالب داده و به‌صورت شبکه درآوردند. در نهایت مدل آن‌ها نشان می‌دهد که افزایش در تنوع برای کشورهایی که دارای دانش و مهارت‌های پایینی هستند کم بوده و برای کشورهایی هم که دانش و مهارت‌های بالایی را در اختیار دارند زیاد است. آن‌ها همچنین اظهار می‌دارند که روش پیچیدگی اقتصادی، قابلیت ترسیم دانش و مهارت یک کشور را به‌خوبی و بهتر از دیگر روش‌های مرسوم نشان می‌دهد.

در همین راستا بهار و همکاران (۲۰۱۳) نیز به بررسی سرریز دانش و مهارت با تکیه بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی از بعد جغرافیایی پرداختند. آن‌ها با در نظر گرفتن این‌که سرریز دانش در اثر فاصله جغرافیایی بین کشورها کم‌رنگ‌تر می‌شود، به این نتیجه رسیدند که احتمال این‌که کشوری دانش و مهارت محصول جدیدی را به‌دست آورد ۶۵٪ تحت تأثیر موفقیت کشور همسایه خود در صادرات آن کالا است. در این حالت، محصولی که ما تولید می‌کنیم را اگر کشور همسایه با مزیت نسبی تولید کند، در

دریافت. نمودار ۱ نشان‌دهنده تعداد محصولات صادراتی ایران، عربستان، آذربایجان و ترکیه با مزیت نسبی آشکارشده (RCA) بزرگ‌تر از یک است. مسلماً داشتن تنوع محصول می‌تواند بیانگر انباشت دانش و مهارت بیشتر در یک کشور باشد، اما الزاماً تنوع به تنهایی نمی‌تواند تعیین‌کننده پیچیدگی محصولات تولیدشده آن کشور و یا کیفیت دانش و مهارت آن باشد؛ چرا که می‌بایست میزان فراگیری و یا پیچیده‌بودن محصولات را نیز در نظر گرفت. در نمودار ۱ قابل مشاهده است که ترکیه دارای بیشترین تنوع و بیشترین میزان شاخص پیچیدگی اقتصادی در مقام قیاس با سایر کشورهاست در حالی که آذربایجان پایین‌ترین سطح پیچیدگی را به خود اختصاص داده است. اما نکته جالب در این نمودار وضعیت ایران در مقایسه با عربستان است. در این نمودار ایران در طول سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۴ توانسته محصولات متنوع‌تری نسبت به عربستان صادر نماید، به نحوی که در تمامی این سال‌ها تنوع محصولات صادراتی ایران بیشتر از عربستان بوده است. اما سؤال اینجاست که چرا شاخص پیچیدگی اقتصادی ایران در طول این سال‌ها با وجود تنوع بیشتر، کمتر از شاخص پیچیدگی اقتصادی عربستان بوده است؟ جواب این سؤال را می‌توان در نمودار ۲ جست. پرواضح است که عربستان دارای میانگین شاخص پیچیدگی محصولات به مراتب بالاتری نسبت به ایران است. به دیگر سخن،

اندازه‌گیری دانش و مهارت، در واقع برآوردی از این معیار ساده است. مدل وی از این بینش بنیادی نشأت می‌گیرد که دانش را مجزا دانسته و به‌طور ترکیبی، آن را بسط می‌دهد.

مطالعات دیگری هم هستند که به‌صورت غیرمستقیم به بررسی رویکرد پیچیدگی اقتصادی و دانش و مهارت پرداخته‌اند که در ادامه فقط به ذکر نام آن‌ها اکتفا خواهد شد: فلیپ و همکاران (۲۰۱۰)، سیموس و هیدالگو (۲۰۱۱)<sup>۱</sup>، بوستوس و همکاران (۲۰۱۲)<sup>۲</sup>، هاوسمن و همکاران (۲۰۱۳) و یا یام‌اوگو و همکاران (۲۰۱۴)<sup>۳</sup> [۷، ۱۱، ۱۷، ۱۸ و ۱۹].

## ۷. تحلیلی بر دانش و مهارت موجود در اقتصاد ایران<sup>۴</sup>

### ۷-۱. شاخص پیچیدگی اقتصادی و حجم دانش و مهارت موجود در اقتصاد ایران

ایران طی سال‌های گذشته رتبه‌های مختلفی را از لحاظ شاخص پیچیدگی اقتصادی به خود اختصاص داده است. از رتبه ۱۰۱ در سال ۱۹۹۵ تا رتبه ۱۱۲ در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ و یا کسب رتبه ۸۰ در سال ۲۰۱۰ تا رتبه ۹۹ در سال ۲۰۱۴<sup>۵</sup>. هر چند در برخی سال‌ها بهبودهایی جزئی حاصل شده است، اما کماکان ایران جایگاه پایینی را در اختیار دارد. با کمی تأمل در نحوه محاسبه شاخص پیچیدگی اقتصادی می‌توان علت کسب رتبه‌های پایین توسط ایران را

۶. جهت مقایسه بهتر کشورها و محصول‌ها و نیز تغییرات اندازه کشورها و محصولات در اقتصاد از مزیت نسبی آشکارشده (Comparative Advantage Revealed) استفاده می‌شود. بالاسا (۱۹۶۴) RCA را به‌عنوان نسبت بین سهم صادرات محصول p در کشور c و سهم صادرات محصول p در بازار جهانی تعریف می‌کند. معیار RCA به‌صورت رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$RCA_{cp} = \frac{X_{cp}}{\sum_p X_{cp}} / \frac{\sum_c X_{cp}}{\sum_{c,p} X_{cp}}$$

که در آن  $X_{cp}$  بیانگر میزان صادرات محصول p در کشور c بر حسب دلار است.

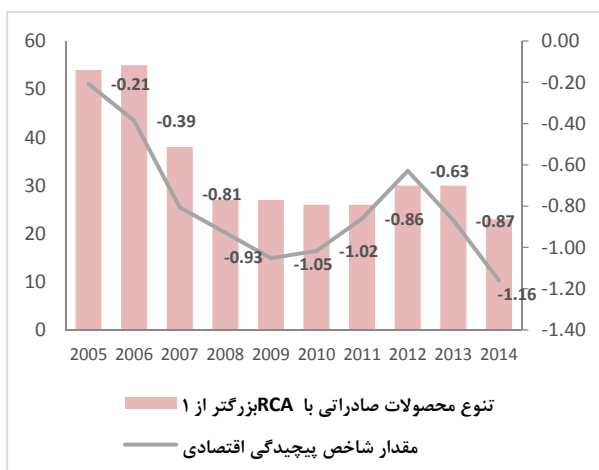
1. Simoes & Hidalgo, 2011

2. Bustos et al., 2012

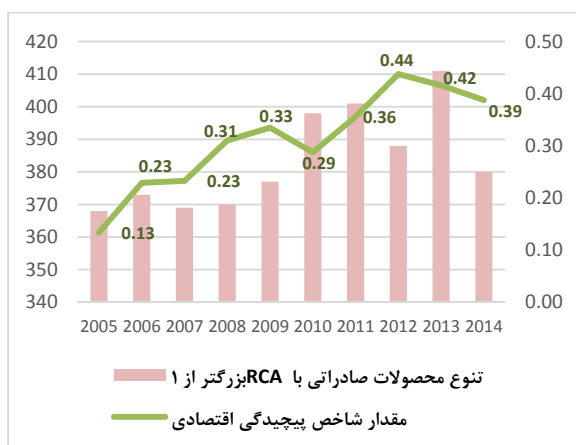
3. Yameogo et al., 2014

۴. تحلیل مربوط به اقتصاد ایران برگرفته از طرح شناسایی دانش مولد در اقتصاد ایران با تکیه بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی می‌باشد که توسط محقق در مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور صورت گرفته است. لازم بذکر است محقق در این پژوهش به بررسی تطبیقی وضعیت ایران در منطقه خاورمیانه از لحاظ شاخص پیچیدگی اقتصادی پرداخته است. با توجه به محدودیت حجم صفحات مقاله، در اینجا تنها به چند نمونه اشاره شده است.

5. <http://atlas.cid.harvard.edu/rankings/country/2014/>



ج- آذربایجان

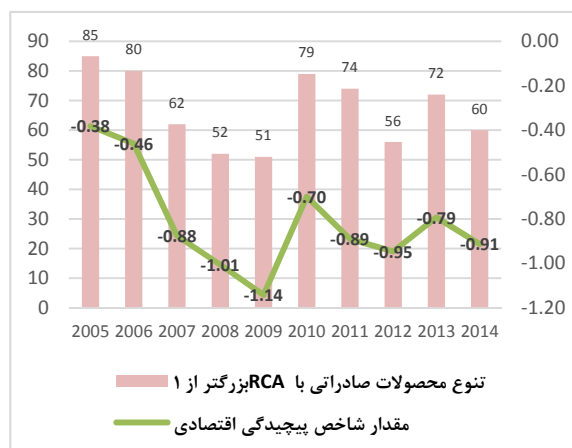


د- ترکیه

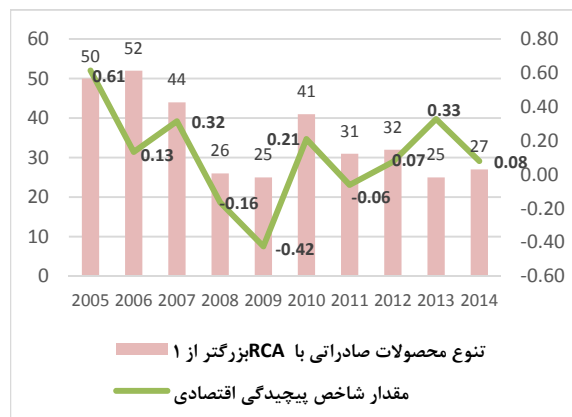
نمودار ۱. شاخص پیچیدگی اقتصادی و تنوع محصولات صادر شده توسط چهار کشور ایران، عربستان، آذربایجان و ترکیه

منبع: بر اساس محاسبات پژوهش

دانش و مهارت به کار گرفته شده در تولید محصولات عربستان از نوع پیچیده تری بوده، در حالی که دانش و مهارت موجود در محصولات صادراتی ایران فراگیر بوده و این همان دلیل اصلی کسب رتبه های پایین شاخص پیچیدگی اقتصادی توسط ایران در سطح بین المللی است. اما چرا عربستان با وجود میانگین شاخص پیچیدگی محصولات بالاتر از ترکیه، از منظر شاخص پیچیدگی اقتصادی رتبه پایین تری کسب نموده است؟ جواب این سؤال را نیز می توان در تنوع محصولات صادراتی دو کشور که در نمودار ۱ به آن اشاره شده است، پیدا کرد. بنابراین نکته اصلی در محاسبه شاخص پیچیدگی اقتصادی در نظر گرفتن همزمان دو مفهوم تنوع و پیچیدگی در محاسبه آن است.



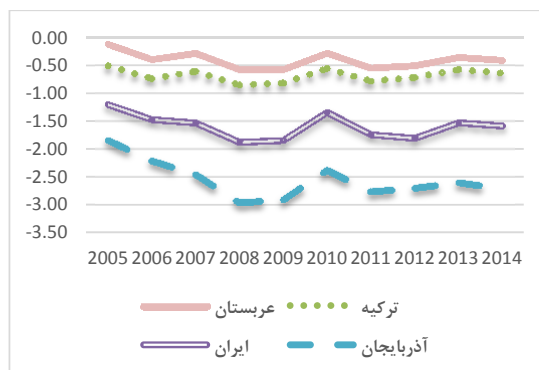
الف- ایران



ب- عربستان

ستون‌های دوم و سوم این جدول به ترتیب، کد محصول بر اساس استاندارد hs07 و نام پیچیده‌ترین محصول صادر شده توسط کشورهای ایران، عربستان و ترکیه را در سال ۲۰۱۴ نشان می‌دهد. ستون چهارم جدول بیانگر شاخص پیچیدگی محصول صادر شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود پیچیده‌ترین محصول صادر شده توسط ایران در سال ۲۰۱۴ میله‌های روی با شاخص پیچیدگی اقتصادی ۰/۷۱ بوده است. در حالی که برای کشورهای عربستان و ترکیه پیچیده‌ترین محصولات شاخصی به میزان ۱/۵۶۴ و ۱/۵۷۹ را به ترتیب به خود اختصاص داده‌اند. ستون پنجم هم میزان فراگیری محصولات پیچیده صادر شده را نشان می‌دهد. فراگیری محصول نشان می‌دهد که چند کشور دانش و مهارت کافی در تولید و صادرات آن محصول را دارا هستند. بنابراین مطابق شکل فراگیری میله‌های روی در سال ۲۰۱۴ برابر ۱۴ بوده است، بدین معنی که ۱۴ کشور صادرکننده رقابت‌پذیر این محصول بوده‌اند. این در حالی است که پیچیده‌ترین محصول تولید شده در کشورهای عربستان و ترکیه از فراگیری ۸ برخوردار است به دیگر سخن دانش و مهارت موجود در محصولات تولید شده در این دو کشور محدود به ۸ کشور دیگر می‌شود. ستون ششم نیز متوسط تنوع در کشورهای صادرکننده محصول را بیان می‌دارد و نهایتاً آخرین ستون به متوسط فراگیری محصولات صادر شده در کشورهای صادرکننده محصول می‌پردازد.

قابل مشاهده است که پیچیده‌ترین محصول ایران (میله‌های روی) توسط ۱۴ کشور دیگر نیز صادر می‌شود، اما این کشورها، دارای چه ویژگی‌هایی از منظر پیچیدگی اقتصادی دارند؟ دانستن مشخصات پیچیدگی اقتصادی کشورهای رقیب ایران در این زمینه می‌تواند دیدگاه واضح‌تری از تبیین شاخص پیچیدگی اقتصادی در سنجش دانش و مهارت برای



## نمودار ۲. مقایسه میانگین شاخص پیچیدگی محصولات صادر شده توسط چهار کشور ایران، عربستان، آذربایجان و ترکیه

منبع: بر اساس محاسبات پژوهش

## ۲-۷. تحلیلی بر سبد محصولات صادراتی ایران از منظر تنوع و فراگیری

در این بخش سبد صادراتی محصولات ایران از منظر تنوع و سطح پیچیدگی و یا فراگیری محصولات صادراتی مورد بحث قرار خواهد گرفت. بدین منظور در جدول ۵ اطلاعات مربوط به پیچیده‌ترین محصول صادر شده توسط ایران، عربستان و ترکیه در سال ۲۰۱۴ ارائه شده است.

### جدول ۵. اطلاعات مربوط به پیچیده‌ترین محصول

صادر شده توسط ایران، عربستان و ترکیه در سال ۲۰۱۴

نام کشور	کد محصول (hs07)	نام محصول	شاخص پیچیدگی محصول (PCI)	فراگیری محصول	متوسط تنوع در سایر کشورهای صادرکننده این محصول	متوسط فراگیری محصولات صادر شده در سایر کشورهای صادرکننده محصول
ایران	۷۹۰۴	میله‌های روی	۰/۷۱	۱۴	۳۰۵/۲۱	۲۲/۲۴
عربستان	۲۹۱۰	آپو اکسیدها	۱/۵۶۴	۸	۳۴۳/۷۵	۱۹/۶۰
ترکیه	۸۴۴۴	ماشین‌های نساجی	۱/۵۷۹	۸	۴۲۰/۲۵	۱۹/۲۳

منبع: بر اساس محاسبات پژوهش

ردیف	نام کشور	مقدار شاخص پیچیدگی اقتصادی	متوسط تنوع محصولات	متوسط فراگیری محصولات
۱۱	استونی	۰/۹۱۴۵۱۸	۳۰۲	۲۳/۵۳۳۱۱
۱۲	استرالیا	۰/۳۰۱۴۶۱	۱۴۶	۲۲/۷۹۴۵۲
۱۳	کامرون	-۰/۵۵۹۲۲۳	۶۲	۲۸/۵
۱۴	ایران	-۰/۹۱	۶۰	۲۴/۲۸۳۳۳
میانگین				
		۳۰۵/۲۱۴۲۸۶		۲۲/۲۴۴۳۲

منبع: بر اساس محاسبات پژوهش

## ۸. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد برای سنجش دانش و مهارت در ایران

در این مقاله با تکیه بر بینشی جدید رویکردی را بررسی کردیم که در آن محصولات تجلی دانش و مهارت نهفته در خود هستند. بالتبع شناسایی حجم دانش و مهارت در اقتصاد متضمن تلاشی مجدانه است که این مهم را رویکرد پیچیدگی اقتصادی با ترغندی زیرکانه به‌خوبی انجام می‌دهد و با استفاده از طبقه‌بندی‌های محصولات تولیدشده در قالب تنوع و فراگیری مقبولیت و معقولیت این رویکرد را بیشتر جلوه می‌دهد.

درک رویکرد پیچیدگی اقتصادی و استفاده از آن می‌تواند به ما در سنجش دانش و مهارت و روند آن در کشور کمک شایانی کند. شاخص‌های به‌کار گرفته‌شده در این رویکرد معیاری را برای تعیین سطح دانش و مهارت موجود در اقتصاد ایران و نیز نحوه پراکندگی آن بین صنایع و بنگاه‌های اقتصادی درون کشور معرفی می‌نماید و مسیر دانش و مهارت اقتصاد ما را به‌خوبی می‌تواند نشان می‌دهد.

نگاه رویکرد پیچیدگی اقتصادی به رشد و توسعه اقتصادی کشورها در تنوع دانش و مهارت موجود در جامعه تجلی پیدا می‌کند. تنوع دانش و مهارت در

ما فراهم نماید. به همین منظور اطلاعات پیچیدگی اقتصادی مربوط به این ۱۴ کشور در جدول ۶ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود تمامی کشورها به جز ایران و کامرون دارای شاخص پیچیدگی اقتصادی مثبتی هستند که نشان می‌دهد دانش تولید این محصول در اختیار کشورهایی با سطح دانش و مهارت بالا است. به‌علاوه، اطلاعات دیگر ستون‌های این جدول حاکی از تنوع بالای این کشورها در صادرات محصولات (حتی با لحاظ نمودن ایران و کامرون میانگین تنوع بالغ بر ۳۰۰ محصول است) و نیز فراگیری پایین آن‌هاست. در نتیجه به‌وضوح می‌توان گفت که پیچیده‌ترین محصول ایران توسط محدود کشورهایی صادر می‌شود که تنوع و پیچیدگی بالایی در محصولات خود دارند. و بالتبع این لازمه تولید این محصول داشتن دانش و مهارت در سطح بالایی است.

جدول ۶. اطلاعات مربوط به ۱۴ کشور صادرکننده میله‌های روی در سال ۲۰۱۴

ردیف	نام کشور	مقدار شاخص پیچیدگی اقتصادی	متوسط تنوع محصولات	متوسط فراگیری محصولات
۱	آلمان	۲/۰۵۲۴	۵۲۹	۱۸/۷۲۲۱۲
۲	فنلاند	۱/۷۳۵۲۵	۲۵۶	۲۰/۲۴۲۱۹
۳	جمهوری چک	۱/۷۰۳۳۹	۳۸۲	۲۰/۷۰۱۵۷
۴	انگلیس	۱/۶۰۱۲۷	۳۶۲	۱۹/۴۳۰۹۴
۵	اسلوانی	۱/۴۹۹۹۳	۳۲۵	۲۱/۸۶۴۶۲
۶	مجارستان	۱/۴۳۲۰۹	۲۹۵	۲۲/۶۵۴۲۴
۷	هلند	۱/۳۶۶۲۵	۴۰۲	۲۰/۹۱۲۹۴
۸	اسلواکی	۱/۳۵۲۸۵	۲۴۲	۲۲/۷۶۰۳۳
۹	لهستان	۱/۱۸۹۴۳	۴۱۴	۲۳/۲۸۲۶۱
۱۰	اسپانیا	۰/۹۴۰۹۸۲	۴۹۶	۲۱/۷۳۷۹

دانش و مهارت موجود در اقتصاد خود بستری را برای جذب سرمایه‌گذاری بیشتر نیز فراهم می‌نماید چرا که با تکیه بر پیچیدگی اقتصادی می‌توانیم به تعیین پتانسیل‌های نهفته در اقتصاد کشور پردازیم تا سرمایه‌گذاران بالقوه تصمیمات عقلایی‌تری در باب سرمایه‌گذاری خود داشته باشند.

رویکرد پیچیدگی اقتصادی در ترسیم دانش و مهارت کمک شایانی به ما می‌کند، اما صرف دانستن موقعیت و حجم دانش و مهارت در کشوری مثل ایران نمی‌تواند منجر به شکوفایی اقتصاد گردد. پرداختن به جنبه‌های مختلف این رویکرد می‌تواند گام اول در تحقق هدف اصلی آن یعنی توسعه‌یافتگی باشد. به همین دلیل با توجه به جدید بودن این مبحث و عدم وجود مطالعات مرتبط داخلی نیاز به تحقیقات پیوسته، منسجم و همه‌جانبه در این زمینه به شدت احساس می‌شود تا بتوان به درک درستی از این رویکرد در باب استفاده عملی از آن رسید. لذا با توجه به فقدان مطالعات قابل اتکاء در زمینه معرفی پیچیدگی اقتصادی به‌عنوان معیاری جهت سنجش دانش و مهارت در داخل کشور پیشنهاد می‌گردد تا در مطالعات آتی به ابعاد مختلف این رویکرد جهت ترسیم نقشه دانش و مهارت بخش‌های مختلف در ایران همت گماشته شود. چرا که شناسایی موقعیت دانش و مهارت در ایران می‌تواند ضمن ترسیم مسیر توسعه‌یافتگی کشور، قابلیت‌ها و ظرفیت‌های موجود در کشور را ارائه نمود. بنابراین مادامی‌که با پتانسیل‌های آشکار و نهفته داخل کشور آشنا نباشیم هر نوع اهمیتی در زمینه رشد و توسعه اقتصادی ممکن است منجر به تضییع منابع مان گردد.

نهایتاً چنانچه بخواهیم از این شاخص جهت سنجش دانش و مهارت در سطح بین‌المللی استفاده کنیم می‌بایست ملاحظات را نیز در نظر بگیریم. چرا که شاخص پیچیدگی اقتصادی نمی‌تواند عاری از

جامعه منجر به تولیدات متنوع می‌شود و به همین دلیل است که هیدالگو (۲۰۱۵) رشد و توسعه اقتصادی کشورها را در توانایی تولید محصولات متنوع می‌بیند نه در توانایی آن‌ها به خرید محصولات متنوع. بنابراین رویکرد پیچیدگی اقتصادی به ما پیشنهاد می‌دهد تا جهت ارتقاء جایگاه اقتصادی خود به افزایش تنوع دانش و مهارت به‌خصوص در محصولات با درجه پیچیدگی بالا در جامعه خود پردازیم و رمز موفقیت خود را در آن ببینیم.

انباشت دانش و مهارت نیز از جمله نکات مورد توجه در این رویکرد است؛ به نحوی که بستر مناسبی را جهت تولیدات بیشتر در جامعه فراهم می‌نماید. از جمله دلایل تفاوت بین کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه‌ای مثل ایران را می‌توان در حجم اندک دانش و مهارت خود دانست. به نحوی که در کشورهای با دانش و مهارت متنوع، امکان تولید محصولات متنوع خیلی سریع‌تر و کم‌هزینه‌تر از دیگر کشورها اتفاق می‌افتد. داشتن ایده‌های جدید خوب است، اما شکوفاکردن آن‌ها کار هر کسی نیست. با این وجود، داشتن حجم وسیعی از دانش و مهارت در جامعه تنها زمانی فرصت تولید محصولات را فراهم می‌کند که در قالب شبکه‌ها، گروه‌ها و سازمان‌ها ترکیب شده باشند، که خود این امر نیز مستلزم درگیرکردن شاخه‌های علمی دیگر همچون جامعه‌شناسی، روانشناسی، مردم‌شناسی و غیره در روند تجمیع دانش و مهارت در قالب شبکه‌های مختلف است.

کشور ایران دارای منابع مالی اندکی است که کفاف سرمایه‌گذاری همه‌جانبه را در بخش‌های مختلف اقتصادی نخواهد داد. در نتیجه شناسایی صنایعی که قابلیت تبدیل شدن به هسته اصلی جذب دانش و مهارت را دارند جزو الزامات حال حاضر اقتصاد ایران است که این مهم در رویکرد پیچیدگی اقتصادی به‌خوبی تجلی پیدا می‌کند. اتفاقاً شناسایی

- Yildirim, M. (2011); *The Atlas of Economic Complexity*, Puritan Press.
- [7] Hausmann, R.; Hidalgo, C. A. (2013, February); *Diversification and Structural Transformation for Growth and Stability in Low-Income Countries: The Atlas of Economic Complexity Mapping Paths to Prosperity*. [www.cid.harvard.edu/atlas](http://www.cid.harvard.edu/atlas).
- [8] Hausmann, R.; Hidalgo, C. A.; Bustos, S.; Coscia, M.; Simoes, A. and Yildirim, M. A. (2014); *The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity*, Mit Press.
- [9] Bahar, D.; Hausmann, R. and 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.
- [10] Inoua, S. "On the Complexity Approach to Economic Development".
- [11] Felipe, J.; Kumar, U.; Abdon, A. and Bacate, M. (2010); *Product complexity and economic development*, Levy Economics Institute, Bard College, Working Paper, No. 616.
- [12] Abdon, A. and Felipe, J. (2011); "The Product Space: What Does It Say About the Opportunities for Growth and Structural Transformation of Sub-Saharan Africa?", Levy Economics Institute, Bard college. Working Paper No. 670.
- [13] Pugliese, E.; Chiarotti, G. L.; Zaccaria, A. and Pietronero, L. (2014); *The Discernment of Heterogeneous Country Industrialization Patterns through Economic Complexity*.
- [14] Zaccaria, A.; Cristelli, M.; Tacchella, A. and Pietronero, L. (2014); "How the taxonomy of products drives the economic development of countries", *PLOS one*, 9 (12): e113770.
- [15] Erkan, B. and Yildirimci, E. (2015); "Economic Complexity and Export Competitiveness: The Case of Turkey", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195: 524-533.
- [16] Caldarelli, G.; Cristelli, M.; Gabrielli, A.; Pietronero, L.; Scala, A. and Tacchella, A. (2011); "Ranking and clustering countries and their products; a network analysis", *arXiv preprint arXiv:1108-2590*.
- [17] Simoes, A. J. and Hidalgo, C. A. (2011); "The Economic Complexity Observatory: An Analytical Tool for Understanding the Dynamics of Economic Development".
- محدودیت‌ها و کاستی‌هایی باشد که در ادامه به آن پرداخته‌ایم:
- اول این‌که داده‌های آن شامل داده‌های صادرات است، نه داده‌های تولیدات آن کشورها. در نتیجه این احتمال وجود دارد که کشوری کالایی را تولید کند اما آن را صادر نکند.
- اما ذکر این نکته نیز خالی از لطف نیست که کشوری که کالایی را صادر نمی‌کند، می‌تواند به این دلیل باشد که در تولید آن کالا خوب نیست و یا این‌که کشورها کالاهایی را صادر نمایند که خود تولیدکننده آن‌ها نیستند.
- سهم بخش خدمات را به دلیل نبود داده‌های آن در نظر نمی‌گیرد.
- هر چند که تلاش‌های گسترده‌ای در این زمینه تحقیق‌یافته تا بتوان به داده‌های بخش خدمات به صورت قابل تعمیم دست یافت اما تاکنون نتیجه قابل اتکایی به دست نیامده است.
- داده‌های تجارت فاقد اطلاعات در مورد فعالیت‌های غیرقابل تجارت است.

#### منابع

- [1] Hidalgo, C. (2015); *Why information grows: The evolution of order, from atoms to economies*, Basic Books.
- [2] Hausmann, R. and Hidalgo, C. A. (2011); "The Network Structure of Economic Output". *arXiv preprint arXiv: 1101-1707*.
- [3] Nonaka, I. (1994); "A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation". *Organization Science*, 5 (1), 14-37.
- [4] Quinn, R.E. et al. (1996) (2ndEd.). "Becoming A Master Manager: A Competency Framework", New York: John Wiley & Sons Inc.
- [5] Hidalgo, C. A.; Klinger, B.; Barabási, A. L. and Hausmann, R. (2007); "The product space conditions the development of nations", *Science*, 317 (5837): 482-487.
- [6] Hausmann, R.; Hidalgo, C.; Bustos, S.; Coscia, M.; Chung, S.; Jimenez, J.; Simoes, A. and

Sophistication as drivers of structural transformation for Africa: The Economic Complexity Index of African Countries<sup>1</sup>”, *Journal of African Development*, 16, 2.

[18] Bustos, S.; Gomez, C.; Hausmann, R. and Hidalgo, C. A. (2012); “The dynamics of nestedness predicts the evolution of industrial ecosystems”, *PLOS one*, 7 (11), e49393.

[19] Yameogo, N. D.; Nabassaga, T.; Shimeles, A. and Ncube, M. (2014); “Diversification and



## Measuring the Knowledge and Skill Using Economic Complexity Approach

B. Shahmoradi<sup>1</sup> & P. Chiniforoshan

Received: 16, Aug. 2017

Accepted: 19, Sep. 2017

### Abstract

Economic complexity approach means that in the economy, produced products can be representatives for required knowledge and knowhow. Thus recognizing the level of product complexity will help us to identify the level of knowledge and knowhow embedded in economies. Therefore, in this paper, we tried to introduce economic complexity and its method of calculation to measure the amount of knowledge and knowhow in the economy. For this reason, first, the term of economic complexity was explained and then how economic complexity uses diversity and ubiquity to measure knowledge and knowhow embedded in products and countries were described as well. At the end, we looked at the situation of knowledge and knowhow embedded in Iran based on the economic complexity approach.

**Keywords:** Economic Complexity Index, Product Complexity Index, Measuring Knowledge and Knowhow, Ubiquity and Diversification

---

1. Bsheco@yahoo.com