

رابطه علیت بین مولفه‌های اقتصاد دانش بنیان و شاخص

پیچیدگی اقتصادی

مژگان سمندرعلی اشتهاردی^۱

ناصر علی عظیمی^۲

بهروز شاهمرادی^۳

تاریخ ارسال: ۱۳۹۷/۱۱/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۰۲

چکیده

امروزه حرکت به سمت اقتصاد دانش بنیان که در آن رشد به مقدار، کیفیت و دسترسی به دانش موجود بستگی دارد از اهمیت زیادی برخوردار است. حجم دانش فناورانه موجود در کشورها بیانگر سطح توسعه یافتگی آن‌ها است. یکی از شاخص‌های معتبر برای سنجش حجم دانش فناورانه موجود کشورها، شاخص پیچیدگی اقتصادی است. در این پژوهش تلاش می‌شود تا به این سوال پاسخ داده شود که چه رابطه علت و معلولی بین مولفه‌های اقتصاد دانش بنیان و شاخص پیچیدگی اقتصادی وجود دارد. برای این منظور از داده‌های پانل شامل ۱۱۳ کشور طی دوره زمانی ۲۰۱۶-۲۰۰۶ استفاده شده است. برای محورهای دانش بنیان از ۱۴ متغیر معرفی شده توسط بانک جهانی استفاده شده است. از طریق تحلیل مولفه‌های اساسی، محورهای اقتصاد دانش بنیان به چهار مولفه تبدیل شده‌اند و سپس رابطه علیت گرنجری این مولفه‌ها با شاخص پیچیدگی اقتصادی و برعکس مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌های پژوهش رابطه علی دوسویه را بین محور آموزش، فناوری ارتباطات و اطلاعات و نهاد اقتصادی با پیچیدگی اقتصادی و رابطه علی یک‌سویه را از نوآوری به پیچیدگی اقتصادی نشان می‌دهند. همچنین یافته‌ها حاکی از نتایج متفاوت در این روابط علت و معلولی برای دو دسته کشورهای عضو OECD و کشورهای غیر عضو است.

واژگان کلیدی: اقتصاد دانش بنیان، شاخص پیچیدگی اقتصادی، تحلیل مولفه‌های اساسی، آزمون

عدم علیت گرنجر.

طبقه‌بندی JEL: C33, O11, O3

۱- استادیار، گروه اقتصاد علم، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ایران، پست الکترونیکی:

samandar.mojgan@gmail.com

۲- استادیار، گروه اقتصاد علم، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ایران (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی:

naazimi5@yahoo.co.uk

۳- استادیار، گروه اقتصاد علم، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ایران، پست الکترونیکی:

bsheco@yahoo.com

۱- مقدمه

در ادبیات پیشگامان توسعه اقتصادی، توسعه و رشد به عنوان فرآیند تغییر ساختار از ساختار تولیدی با بهره‌وری پایین به سمت ساختار تولیدی با بهره‌وری بالا تعریف می‌شده است (روستو^۱، ۱۹۵۹؛ چنری و تیلور^۲، ۱۹۶۸ و لوئیس^۳، ۱۹۵۵). امروزه این تعریف توسط برخی محققان اخیر، همچون هیدالگو^۴ و دیگران (۲۰۰۷) و هیدالگو و هاسمن^۵ (۲۰۰۹) بازنگری شده است. در این تعریف جدید، مسیر توسعه اقتصادی یک کشور بر اساس ظرفیت آن کشور در تجمیع توانایی‌های فناورانه‌ای که در تولید محصولات متنوع‌تر و پیچیده‌تر مورد نیاز است، تعریف می‌شود. به عبارت دیگر، حرکت کشورها در مسیر پیچیدگی اقتصادی بیشتر، عامل کلیدی در توضیح رشد و توسعه اقتصادی آنها است (فیلیپ^۶ و دیگران، ۲۰۱۲؛ زو و لی^۷، ۲۰۱۶؛ استوجکسکی و کسارو^۸، ۲۰۱۷؛ پژم و سلیمی‌فر، ۱۳۹۴؛ شاهمرادی و سمندرعلی اشتهاردی، ۱۳۹۷؛ ملی، فارمر و تیتلبوم^۹، ۲۰۱۸).

امروزه شاهد این هستیم که اقتصادهای جهان به سرعت به سمت دانش بنیان بودن حرکت می‌کنند و حمایت از دانش به عنوان عامل حیاتی رشد در نظر گرفته می‌شود (برخورداری، فتاحی و عظیمی^{۱۰}، ۲۰۱۹). از این رو، دستیابی به اقتصاد دانش بنیان که در آن رشد اقتصادی ناشی از تولید علم و نوآوری است، مورد توجه بسیاری از محققان و سیاستمداران قرار گرفته است. در این مسیر، تاثیرگذاری ابعاد اقتصاد دانش بنیان بر توسعه اقتصادی از یک سو و از سوی دیگر، تاثیرپذیری آنها از توسعه اقتصادی مورد توجه محققان بوده است. هرچند که بیشتر تحقیقاتی که در این زمینه صورت گرفته است از متغیرهای سنتی توسعه اقتصادی همچون بهره‌وری و رشد تولیدات سرانه استفاده کرده‌اند

- 1- Rostow
- 2- Henery and Taylor
- 3- Lewis
- 4- Hidalgo
- 5- Hausmann
- 6- Felipe
- 7- Zhu and Li
- 8- Stojkoski and Kocarev
- 9- Mealy, Farmer, and Teytelboym
- 10- Barkhordari, Fattahi, and Azimi

(برای مثال، ساندک و فتیور^۱، ۲۰۱۱؛ دوراک^۲، ۲۰۱۰؛ سیت و موماو^۳، ۲۰۰۸؛ چن و داهلمن^۴، ۲۰۰۴؛ داورپناه و زاینده رودی، ۲۰۱۵؛ برخورداری، فتاحی و عظیمی، ۲۰۱۹ و باصری، اصغری و کیا، ۱۳۹۰).

در این مطالعه تلاش می‌شود تا با استفاده از یکی از به‌روزترین شاخص‌های مطرح در اندازه‌گیری سطح توسعه‌یافتگی کشورها، یعنی شاخص پیچیدگی اقتصادی، این سوال بازبینی شود که چگونگی ابعاد اقتصاد دانش‌بنیان بر سطح توسعه‌یافتگی کشورها تاثیر گذاشته و از آن تاثیر می‌پذیرد. به عبارت دیگر، سوال اصلی این تحقیق این است که آیا حرکت کشورها به سمت اقتصاد دانش‌بنیان منجر به پیچیده‌تر شدن آن‌ها هم خواهد شد یا برعکس و یا اینکه هر دو علت یکدیگر هستند؟ از این‌رو، در این پژوهش سعی شد تا رابطه علی و معلولی بین مولفه‌های اقتصاد دانش‌بنیان و پیچیدگی اقتصادی کشورها مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور از داده‌های پانل، شامل ۱۱۳ کشور طی دوره زمانی ۲۰۱۶-۲۰۰۶، استفاده شد.

همانطور که در بالا گفته شد، به منظور ارزیابی ظرفیت و سطح فناوری کشورها از شاخص پیچیدگی اقتصادی استفاده شده است. این شاخص، بازتابی از توانایی‌های تولیدی و دانش‌انباشته شده در یک کشور است و معیاری برای محاسبه حجم فناوری در یک جامعه است (هاسمن و هیدالگو، ۲۰۱۱).

در زمینه سنجش میزان دانش‌بنیان بودن یک اقتصاد روش‌شناسی ارزیابی دانش (KAM)^۵ معرفی شده توسط بانک جهانی یکی از مهم‌ترین روش‌ها است که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. براساس این چارچوب، انتقال موفقیت‌آمیز به اقتصاد دانش‌بنیان مستلزم راهبردهای بلندمدت در سرمایه‌گذاری در زمینه چهار محور اقتصاد دانش‌بنیان است. این چهار محور عبارتند از: آموزش و نیروی انسانی، توسعه قابلیت‌های نوآوری، نوسازی زیرساخت اطلاعات و داشتن یک محیط اقتصادی مساعد برای معاملات بازار.

-
- 1- Sundac and Fatur
 - 2- Dworak
 - 3- Seyet and Momaw
 - 4- Chen and Dahlman
 - 5- Knowledge Assessment Methodology

در ابتدا از طریق تحلیل مولفه‌های اساسی (PCA)^۱، متغیرهای اقتصاد دانش بنیان به چهار مولفه تبدیل شده‌اند که هر یک بیانگر هر یک از چهار بعد اقتصاد دانش بنیان است. از آزمون دمتر سکیو و هرلین^۲ (۲۰۱۲) به منظور بررسی رابطه علیت این مولفه‌ها و شاخص پیچیدگی اقتصادی استفاده شده است.

چارچوب پژوهش به این صورت است که پس از مقدمه در بخش دوم پیشینه پژوهش مطرح می‌شود و در بخش سوم متغیرها و داده‌های مورد استفاده توضیح داده می‌شوند. در بخش چهارم به روش پژوهش پرداخته خواهد شد. بخش پنجم برآورد مدل و یافته‌های پژوهش آورده می‌شود و در بخش ششم و پایانی نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه می‌شود.

۲- مطالعات پیشین

بیشتر مطالعاتی که رابطه علیت بین اقتصاد دانش بنیان و رشد اقتصادی و بهره‌وری عوامل تولید را مورد بررسی قرار داده‌اند تنها روی یکی از محورهای اقتصاد دانش بنیان تمرکز داشته‌اند.

دسته اول از مطالعات به بررسی محور آموزش و رشد و توسعه اقتصادی تمرکز کرده و نشان می‌دهند که آموزش و سرمایه انسانی اثرات قابل توجهی بر رشد اقتصادی داشته است (کوتاسکوا و دیگران^۳، ۲۰۱۸). توند و آیمبولا^۴ (۲۰۱۷) با مطالعه نیجریه و گوموس و کایان^۵ (۲۰۱۲) با مطالعه ترکیه نشان داده‌اند که رابطه علی دو سویه بین آموزش و رشد اقتصادی وجود داشته است. هرچند برخی مطالعات مانند اوگونمویوا و اوکونای^۶ (۲۰۱۵) برای نیجریه و داهال^۷ (۲۰۱۰) برای نپال، حاکی از رابطه علی یک سویه را از رشد اقتصادی به آموزش هستند.

دسته دوم از مطالعات نشان می‌دهند تولید و استفاده از فناوری تاثیر مثبتی بر رشد اقتصادی

- 1- Principal Component Analysis
- 2- Dumitrescu and Hurlin
- 3- Kotásková
- 4- Tunde and Abimbola
- 5- Gümüs and Kayhan
- 6- Ogunmuyiwa and Okuneye
- 7- Dahal

داشته است (کاراجیانیس^۱، ۲۰۰۷؛ اتیف، اندرس و مکدونالد^۲، ۲۰۱۲ و سریدهار و سریدهار^۳، ۲۰۰۷) و رابطه‌ای دو سویه بین آن‌ها برقرار است (ویناینا، اوبر و واوایر^۴، ۲۰۱۴؛ یوسفی^۵، ۲۰۱۵ و هانگ^۶، ۲۰۱۷).

دسته سوم از مطالعات به بررسی محور نوآوری و رشد اقتصادی پرداخته‌اند. مطالعات تاثیر مثبت نوآوری و یا تولید دانش فنی بر رشد اقتصادی یا رشد بهره‌وری را تایید کرده‌اند (نصیری‌اقدم و دیگران، ۱۳۹۰ و سوکولو-ملاذنوویک، سیوتانوویک و ملاذنوویک^۷، ۲۰۱۶). برخی از مطالعات رابطه علی یک سویه را از نوآوری به رشد اقتصادی نتیجه گرفتند (رمضانیان و دیگران، ۱۳۹۶ با مطالعه کشورهای عضو منا) و برخی رابطه علی معکوس (بوزکورت^۸، ۲۰۱۵ با مطالعه ترکیه). التجائی و حسینی (۱۳۹۵) نشان داده‌اند که این اثرگذاری در کشورهای توسعه یافته بیشتر از کشورهای توسعه نیافته است. همچنین زمان^۹ و دیگران (۲۰۱۷) نشان دادند که این اثرگذاری در مناطق و کشورهای مختلف، متفاوت است.

دسته چهارم از مطالعات به بررسی رابطه بخش رژیم نهادی و انگیزش اقتصادی و رشد اقتصادی پرداخته‌اند. بیشتر مطالعات رابطه علی یک سویه از توسعه بخش مالی (پوریان^{۱۰}، ۲۰۱۷؛ کاپورال^{۱۱} و دیگران، و اُفری-آبرس، پیکسون و دیا با^{۱۲}، ۲۰۱۷) یا حکمرانی (بوتا-آورام^{۱۳} و دیگران، ۲۰۱۸) به رشد اقتصادی را نشان می‌دهند. هرچند، برخی نیز یک رابطه مثبت و علی یک سویه را از رشد اقتصادی به بخش مالی نتیجه گرفتند (حسن، سانچز و یو^{۱۴}، ۲۰۱۱).

- 1- Karagiannis
- 2- Atif, Endres, and Macdonald
- 3- Sridhar and Seridhar
- 4- Wainaina, Obere, and Wawire
- 5- Yousefi
- 6- Hong
- 7- Sokolov-Mladenovic, Cvetanovic, and Mladenovic
- 8- Bozkurt
- 9- Zaman
- 10- Puryan
- 11- Caporale
- 12- Ofori-Abebrese, Pickson, and Diabah
- 13- Bota-Avram,
- 14- Hassan, Sanchez, and Yu

مطالعاتی که تاثیر محورهای اقتصاد دانش بنیان را به صورت یکجا بر رشد اقتصادی و بهره‌وری عوامل تولید در نظر گرفته‌اند، حاکی از رابطه‌ای مثبت و معنادار بین محورهای اقتصاد دانش بنیان با رشد اقتصادی و بهره‌وری هستند (میرانی، شیخ اسمعیلی و میرانی، ۱۳۹۳؛ بهبودی و امیری، ۱۳۸۹؛ امینی میلانی و جلیلی، ۱۳۹۴؛ جنگانی، مهربانی و قبادی، ۱۳۹۲ و ابونوری، حنظه و قربانی جاهد، ۱۳۹۲). مهربانی، قبادی و رضائیان (۱۳۹۳) در بررسی رابطه علی و معلولی بین محورهای اقتصاد دانش و بهره‌وری برای سه دسته از کشورهای در حال توسعه، نوظهور و توسعه یافته، رابطه علی یک سویه از تمامی محورهای اقتصاد دانش بنیان به بهره‌وری را نتیجه گرفتند.

۳- مبانی نظری

۳-۱- اقتصاد دانش بنیان

اصطلاح اقتصاد دانش بنیان نخستین بار توسط سازمان اقتصادی همکاری و توسعه (OECD) در سال ۱۹۹۶ مطرح شد. از نظر این سازمان، اقتصاد دانش بنیان، اقتصادی است که به طور مستقیم بر اساس تولید، توزیع و مصرف دانش و اطلاعات قرار گرفته و سرمایه گذاری در دانش و صنایع دانش بنیان، مورد توجه خاص باشد.

در زمینه سنجش میزان دانش بنیان بودن یک اقتصاد، روش‌های متعددی ارائه شده است. جدول (۱) خلاصه‌ای از این شاخص‌ها و مولفه‌های آن‌ها را به صورت خلاصه نشان می‌دهد.

استفاده از شاخص بانک جهانی نسبت به سایر شاخص‌ها به دلایل متعددی متداول‌تر است از جمله: کامل بودن نسبت به دیگر شاخص‌ها، اعتبار جهانی شاخص و موجود بودن داده‌های آن. به همین دلیل در این پژوهش نیز این روش مورد استفاده قرار گرفته است.

این روش توسط چن و دالمن (۲۰۰۵) معرفی شده است چارچوب مناسبی به منظور تسهیل انتقال کشورها به اقتصاد دانش بنیان را فراهم می‌کند. براساس این چارچوب، انتقال موفقیت آمیز به اقتصاد دانش بنیان به طور معمول مستلزم راهبردهای بلندمدت در سرمایه گذاری در زمینه چهار محور اقتصاد دانش بنیان است که عبارتند از: آموزش و نیروی

انسانی، توسعه قابلیت‌های نوآوری، نوآوری زیر ساخت اطلاعات و ارتباطات و داشتن یک محیط اقتصادی مساعد برای معاملات بازار. این محورها توسط بانک جهانی به عنوان پایه‌های اقتصاد دانش شناخته شده‌اند و چارچوب یک اقتصاد دانش بنیان را تشکیل می‌دهند.

جدول ۱- شاخص‌های اندازه‌گیری اقتصاد دانش بنیان و محورهای آن‌ها در الگوهای مختلف

چارچوب مطرح در چشم‌انداز مالزی	مدل انستیتو مدیترانه	OECD	APEC	اتحادیه اروپا	دفتر آمار استرالیا	چارچوب شبکه مشبک هاروارد	بانک جهانی
کیفیت منابع انسانی	شاخص‌های عملکردی	اقتصاد دانش بنیان	خلق دانش	نوآوری	نوآوری و کارآفرینی	دسترسی به شبکه	رژیم نهادی و انگیزش اقتصادی
هزینه‌های تحقیق و توسعه	شاخص‌های انگیزه اقتصادی	زیرساخت ارتباطات	تحصیل و یادگیری دانش	ایجاد دانش	سرمایه‌گذاری انسانی	دانش شبکه	آموزش و نیروی انسانی
زیرساخت‌های اقتصادی	رژیم نهادی	سیاست‌های علم و فناوری	انتشار دانش	نوآوری و کارآفرینی	فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات	انجمن‌های شبکه	زیرساخت اطلاعات و ارتباطات
اقتصاد	-	جهانی‌سازی	کاربرد دانش	کاربرد دانش	مولفه رفتاری	اقتصاد شبکه	نوآوری
-	-	خروجی	-	مالکیت معنوی	مولفه تاثیرات اقتصادی	-	-

ماخذ: فلاح و سلامی (۱۳۹۵)، باصری و اصغری، کیا (۱۳۹۰)، عمادزاده و شهنازی (۱۳۸۶) و افضل (۲۰۱۴)^۱

در این پژوهش با توجه به چن و دالمن (۲۰۰۵) و متدلوزی ارزیابی دانش ارائه شده توسط بانک جهانی، ۱۴ متغیر برای چهار محور اقتصاد دانش بنیان انتخاب شدند. در ادامه به شرح هر یک از این محورها و متغیرهای مربوطه پرداخته می‌شود. داده‌های مربوط به این متغیرها از شاخص‌های توسعه جهانی (WDI)^۲ و شاخص‌های حکمرانی جهانی (WGI)^۳ و

1- Afzal

2- World Development Indicators

3- WorldWide Governance Indicators

سازمان مالکیت معنوی جهانی (WIPO)^۱ جمع‌آوری شده‌اند.

۳-۲- شاخص پیچیدگی اقتصادی

سیستم‌های پیچیده، سیستم‌های خود سازمان یافته‌ای هستند که عناصر به طور خودجوش خود را به عنوان نتیجه یک فرآیند زنده دربرگیرنده سازگاری، عکس‌العمل و نوآوری، سازمان می‌دهند. بنابراین، پیچیدگی، علمی است که می‌خواهد از دیدگاه تکاملی ویژگی‌های روند تعامل را که بین عوامل مستقل اتفاق می‌افتد، درک کند (والدروپ، ۱۹۹۲)^۲. طی ۳۰ سال گذشته، رویکرد پیچیدگی اقتصادی به عنوان یک رویکرد متفاوت از علم اقتصاد به آهستگی شکل و رشد یافته‌است. براساس این رویکرد، اقتصاد لزوماً در تعادل نیست؛ در علم اقتصاد محاسبات به خوبی ریاضیات مفید است. در یک شرایط اقتصادی بازده‌های کاهشی به همان اندازه بازده‌های افزایشی می‌توانند وجود داشته باشند و اینکه اقتصاد ثابت نیست، بلکه از مجموعه به صورت ثابت در حال توسعه نهادها، تمهیدات و نوآوری‌های فناورانه شکل یافته است (آرتور، ۲۰۱۳)^۳.

با توجه به این رویکرد، میزان دانش یک جامعه به طور عمده به میزان دانشی که هر یک از اشخاص در اختیار دارند، وابسته نیست، بلکه به تنوع دانش گسترده شده بین افراد و نیز به قابلیت‌هایشان برای ترکیب و استفاده از آن از طریق شبکه‌های تعاملات پیچیده وابسته‌است. برای وجود یک جامعه پیچیده و نیز ادامه بقای آن، مردمی که درباره طراحی، بازاریابی، مالی، فناوری، مدیریت منابع انسانی، فعالیت‌ها و قوانین تجاری دانش دارند باید قادر به به کارگیری و آمیختن آن دانش در راستای تولید محصولات باشند (هاسمن و دیگران، ۲۰۱۱). پیچیدگی اقتصادی معیاری برای محاسبه حجم دانش فناورانه در یک جامعه است که از طریق محصولات تولید شده در آن جامعه حاصل می‌شود و منطق آن هم بر این پایه استوار است که اگر ساخت یک محصول، نیازمند نوع خاصی از فناوری باشد، آن‌گاه کشورهای بی‌کیفیتی که آن محصول را تولید می‌کنند به تبع آن، فناوری موردنیاز تولید آن را نیز دارند (بهار^۴، هاسمن و

1- World Intellectual Property Organization

2- Waldrop

3- Arthur

4- Bahar

هیدالگو، ۲۰۱۴).

برای محاسبه شاخص پیچیدگی اقتصادی از اطلاعات صادرات کشورها استفاده می‌شود. با توجه به ماتریس محصول-کشور (M_{cp} ، c = کشور و p = محصول)، ابتدا تنوع و فراگیری محصولات با توجه به رابطه‌های (۱) و (۲) محاسبه می‌شوند.

$$\text{تنوع} = k_{c0} = \sum_p M_{cp} \quad (1)$$

$$\text{فراگیری} = k_{p0} = \sum_c M_{cp} \quad (2)$$

به همین ترتیب ماتریس کشور-کشور، $\tilde{M}_{cc'}$ ، به صورت رابطه (۳) محاسبه می‌شود.

$$\tilde{M}_{cc'} = \sum_p \frac{M_{cp} M_{c'p}}{k_{c0} k_{p0}} \quad (3)$$

در نهایت، شاخص پیچیدگی اقتصادی هر کشور براساس رابطه (۴) محاسبه می‌شود.

$$ECI = \frac{\bar{K} - \langle \bar{K} \rangle}{se(\bar{K})} \quad (4)$$

در رابطه (۴)، نماد $\langle \rangle$ معرف میانگین، se نشان‌دهنده انحراف معیار و \bar{K} بردار ویژه مرتبط با دومین بزرگ‌ترین مقدار ویژه ماتریس $\tilde{M}_{cc'}$ است. هرچه قدر کشوری تنوع بیشتری در تولید محصولاتی که فراگیری کمتری دارند داشته باشد، شاخص پیچیدگی بالاتری را به خود اختصاص می‌دهد (هاسمن و دیگران، ۲۰۱۳).

۴- داده‌ها و متغیرها

با توجه به محدودیت داده‌ها برای برخی کشورها و سال‌ها، داده‌های تحقیق شامل ۱۱۳

کشور (۳۲ کشور عضو و ۸۱ کشور غیر عضو OECD)^۱ و برای سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۰۶ است. متغیرهای تحقیق شامل شاخص پیچیدگی اقتصادی و ۱۴ متغیر اقتصاد دانش بنیان است.

داده‌های مربوط به شاخص پیچیدگی اقتصادی از وبسایت اطلس پیچیدگی اقتصادی^۲ (۲۰۱۸) به دست آمده‌اند. در خصوص اقتصاد دانش بنیان با توجه به چن و دالمن (۲۰۰۵) و متدلوژی ارزیابی دانش ارائه شده توسط بانک جهانی، ۱۴ متغیر برای چهار محور اقتصاد دانش بنیان انتخاب شدند. در ادامه به شرح هر یک از این محورها و متغیرهای مربوطه پرداخته می‌شود. داده‌های مربوط به این متغیرها از شاخص‌های توسعه جهانی (WDI)^۳ و شاخص‌های حکمرانی جهانی (WGI)^۴ و سازمان مالکیت معنوی جهانی (WIPO)^۵ جمع‌آوری شده‌اند.^۶

۴-۱- محور آموزش و نیروی انسانی

برای خلق، تحصیل، انتشار و بهره‌مندی از دانش، وجود یک جمعیت آموزش دیده و متخصص ضروری است، چراکه منجر به افزایش بهره‌وری عوامل تولید و در نهایت موجب

۱- کشورهای عضو OECD (اتریش، اسپانیا، استرالیا، استونی، اسرائیل، اسلواکی، اسلونی، انگلیس، اوکراین، ایالات متحده آمریکا، ایتالیا، ایسلند، آلمان، پرتغال، ترکیه، جمهوری چک، دانمارک، ژاپن، سوئد، سوئیس، شیلی، فرانسه، فنلاند، کانادا، کره جنوبی، لهستان، لیتوانی، نروژ، نیوزلند، هلند، یونان، ایرلند) و کشورهای غیر عضو OECD (اردن، ارمنستان، اکوادور، الجزایر، السالوادور، اندونزی، اوروگوئه، اوگاندا، ایران، آذربایجان، آرژانتین، آفریقای جنوبی، آلبانی، آنتیگوا و باربودا، باربادوس، بحرین، برزیل، برونی، بلاروس، بلغارستان، بلیز، بنگلادش، بوتسوانا، بوریکناسو، پاراگوئه، پاکستان، پاناما، پرو، تاجیکستان، تازانیا، تایلند، تونس، جامائیکا، جمهوری دومینیک، چین، روسیه، زامبیا، زیمبابوه، سریلانکا، سنگاپور، سودان، سوریه، صربستان، عربستان سعودی، غنا، فیلیپین، قبرس، قرقیزستان، قزاقستان، قطر، کاستاریکا، کامبوج، کرواسی، کلمبیا، کنیا، گرجستان، گرنادا، گواتمالا، گویان، لبنان، لتونی، ماداگاسکار، مالاوی، مالت، مالزی، مالی، مراکش، مصر، مغولستان، مقدونیه، مکزیک، موریتانی، موزامبیک، مولداوی، مونتنگرو، نپال، نیجریه، هندوراس، هندوستان، ونزوئلا و یمن).

2- ATLAS

3- World Development Indicators

4- WorldWide Governance Indicators

5- World Intellectual Property Organization

۶- برای فهرست متغیرها و منابع آن‌ها به جدول (۱) پیوست و خلاصه آماری متغیرها به جدول (۲) پیوست نگاه کنید.

رشد اقتصادی می‌شوند. آموزش پایه‌ای، ضروری است تا توانایی افراد در یادگیری و استفاده از اطلاعات افزایش یابد. همچنین آموزش فنی در سطح متوسط و آموزش عالی در زمینه‌های مهندسی و علمی برای نوآوری‌های فناورانه ضروری است. علاوه بر این، تولید دانش جدید و سازگاری آن با یک محیط اقتصادی خاص به طور کلی با آموزش عالی و بازنگری مرتبط است (چن و داهلمن، ۲۰۰۵).

در این پژوهش، برای نشان دادن این محور از سه متغیر استفاده شده است که شامل: نرخ باسوادی بزرگسالان^۱ (تعداد افراد ۱۵ سال و بالاتر باسواد به عنوان درصدی از جمعیت بزرگسال)، ثبت نام دوره متوسطه^۲ (نسبت کل ثبت نام در دوره متوسطه، صرف نظر از سن، به جمعیت گروه سنی) و ثبت نام آموزش عالی^۳ (نسبت کل ثبت نام در دوره آموزش عالی، صرف نظر از سن، به جمعیت گروه سنی که به صورت رسمی مرتبط است با آن سطح تحصیلات).

۴-۲- محور نوآوری

سیستم نوآوری به شبکه نهادها، قوانین و رویه‌هایی که کشورها برای تحصیل، خلق، انتشار و استفاده از دانش نیاز دارند، اشاره دارد. نهادها در سیستم نوآوری عبارتند از دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی دولتی و خصوصی. البته سازمان‌های غیردولتی و دولت نیز بخشی از سیستم نوآوری هستند که دانش جدید تولید می‌کنند. یک سیستم نوآورانه موثر، محیطی است که تحقیق و توسعه را پرورش می‌دهد که منجر به ایجاد کالاهای جدید، فرآیندهای جدید و دانش جدید می‌شود و از این رو، منبع اصلی پیشرفت فنی و رشد اقتصادی است (چن و داهلمن، ۲۰۰۵). در این پژوهش برای این محور از چهار متغیر استفاده شده است، شامل: تعداد مقالات علمی و فنی در مجلات^۴ (تعدادی مقالات علمی و مهندسی منتشر شده در زمینه‌های فیزیک، زیست‌شناسی، شیمی، ریاضیات، پزشکی بالینی، تحقیقات زیست پزشکی، مهندسی و فناوری و علوم زمین و

1- Literacy Rate, Adult Total (% of People Ages 15 and Above)

2- School Enrollment, Secondary (% Gross)

3- School Enrollment, Tertiary (% Gross)

4- Scientific and Technical Journal Articles

فضا)، تعداد ثبت اختراعات^۱ (تعداد درخواست‌های ثبت اختراعات در هر کشور) و رسیدن حق امتیاز و مجوز^۲ و پرداخت حق امتیاز و مجوز^۳ (هزینه‌های حق امتیاز و مجوز بین ساکنان و غیر ساکنان برای استفاده مجاز از دارایی‌های نام‌شهود، غیرمالی و حقوق مالکیت معنوی به عنوان یک شاخص از نوآوری داخلی).

۴-۳- محور زیرساخت اطلاعات و ارتباطات

یک زیرساخت اطلاعاتی مدرن و مناسب می‌تواند ارتباط موثر، انتشار و پردازش اطلاعات و دانش را تسهیل کند. زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) در اقتصاد به قابلیت دسترسی، قابلیت اطمینان و کارایی رایانه‌ها، تلفن‌ها، تلویزیون‌ها و رادیوها و کارهای مختلف شبکه که آن‌ها را پیوند می‌دهد، اشاره دارد. یکی از واضح‌ترین مزایای استفاده از فاوا، افزایش جریان اطلاعات و دانش از طریق کاهش عدم قطعیت و هزینه‌های معاملاتی در سطح ملی و بین‌المللی است. این، به نوبه خود، منجر به افزایش حجم معاملات و در نهایت افزایش سطح تولید و بهره‌وری می‌شود (چن و داهلمن، ۲۰۰۵). در زمینه این محور از سه متغیر استفاده شده است که شامل: تعداد کاربران اینترنت^۴ (تعداد افرادی که در سه ماه گذشته از هر مکان از اینترنت استفاده کرده‌اند)، تعداد مشترکین تلفن همراه^۵ (تعداد مشترکین تلفن ثابت در هر ۱۰۰ نفر) و اشتراک‌های تلفن ثابت^۶ (مجموع تعداد فعالانه خطوط تلفنی آنالوگ، اشتراک‌های VoIP^۷، اشتراک ثابت محلی بی‌سیم WLL^۸ و تلفن‌های ثابت عمومی در هر ۱۰۰ نفر).

۴-۴- محور رژیم نهادی و انگیزش اقتصادی

انگیزه اقتصادی و رژیم نهادی منجر به ایجاد سیاست‌ها و نهادهای اقتصادی خوب می‌شود.

- 1- Total Patent Applications (Direct and PCT National Phase Entries)
- 2- Charges for the use of Intellectual Property, Receipts (BoP, Current US\$)
- 3- Charges for the use of Intellectual Property, Payments (BoP, Current US\$)
- 4- Individuals Using the Internet (% of Population)
- 5- Mobile Cellular Subscriptions (per 100 People)
- 6- Fixed Telephone Subscriptions (per 100 People)
- 7- Voice-over-IP (VoIP)
- 8- Fixed Wireless Local Loop (WLL)

این امر به نوبه خود منجر به بسیج و تخصیص منابع می‌شود و خلاقیت و تلاش را برای ایجاد، انتشار و استفاده از دانش موجود تحر یک می‌کند. یک رژیم اقتصادی «رضایت‌بخش» باید به طور کلی حداقل نو سانات قیمت، ثبات نرخ ارز، رقابت آزاد و... را داشته باشد. ویژگی‌های یک رژیم نهادی مفید شامل یک حکومت موثر، پاسخگو و بدون فساد و یک نظام قانونی است که قوانین اساسی تجارت را حمایت و اجرا می‌کند. همچنین حقوق مالکیت معنوی باید محافظت و به شدت اجرا شود تا محققان و دانشمندان انگیزه لازم برای ایجاد دانش فناوری جدید را داشته باشند. برای این محور از پنج متغیر استفاده شده است که شامل: تعرفه‌ها^۱ (میانگین وزنی تعرفه‌های گمرکی واردات کالاهای با متعاهدترین طرف‌های کشورها براساس کدهای طبقه‌بندی استاندارد تجارت بین‌المللی (نسخه ۳)^۲)، اعتبار داخلی به بخش خصوصی^۳ (منابع مالی ارائه شده توسط بخش مالی شرکت‌های مالی به بخش خصوصی از قبیل وام‌ها، خرید اوراق بهادار غیرمستقیم و اعتبارات تجاری و سایر حساب‌های دریافتی که ادعای بازپرداخت را ایجاد می‌کنند)، کیفیت مقررات^۴ (شاخص‌های حکمرانی جهانی بانک جهانی^۵ که بیانگر توانایی دولت‌ها برای تدوین و اجرای درست و دقیق سیاست‌ها و مقرراتی است که توسعه بخش خصوصی را ترویج و ارتقا می‌دهد)، حاکمیت قانون^۶ (شاخص بیانگر وسعت و اندازه اعتماد و اعتقاد عاملان به رعایت قوانین جامعه است و به ویژه کیفیت اجرای قراردادها، حقوق مالکیت، پلیس، دادگاه‌ها و همچنین احتمال جنایت و خشونت) و کنترل فساد^۷ (شاخص نشان‌دهنده میزان استفاده از قدرت عمومی برای به دست آوردن منافع شخصی از جمله هر دو شکل کوچک و بزرگ فساد و «تسخیر» دولت توسط نخبگان و منافع خصوصی).

۵- روش پژوهش

در این پژوهش ابتدا به صورت جداگانه روی هر یک از مجموعه متغیرهای مربوط به چهار

1- Tariff Rate, Most Favored Nation, Weighted Mean, all Products (%)

2- SITC (3)

3- Domestic Credit to Private Sector (% of GDP)

4- Regulatory Quality

5- Worldwide Governance Indicators (WGI)

6- Rule of Law

7- Control of Corruption

محور اقتصاد دانش بنیان، تحلیل مولفه‌های اساسی (PCA) صورت گرفت. بر اساس معیار مقدار ویژه بزرگ‌تر از یک، مولفه‌های منتخب به عنوان متغیر پنهان مربوط به هر یک از چهار مولفه محاسبه و بر این اساس نام‌گذاری شدند (نام متغیرهای هر محور و مولفه مربوطه در جدول پیوست (۱) آمده است).

برای بررسی رابطه علی بین پیچیدگی اقتصادی و مولفه‌های اقتصاد دانش بنیان از آزمون عدم علیت گرنجر مبتنی بر روش دمترسکیو و هرلین استفاده شده است که ارائه دهنده فرمت طراحی شده برای شناسایی علیت در داده‌های پانل هستند. مزیت روش دمترسکیو و هرلین این است که فرض ناهمسانی مقاطع را برای داده‌های پانل مورد توجه قرار می‌دهند. فرضیه غیر صفر این آزمون این است که حداقل برای یکی از مقاطع رابطه علیت گرنجر وجود دارد. رگرسیون پایه ارائه شده به صورت رابطه (۵) است که $y_{i,t}$ و $x_{i,t}$ مشاهدات دو متغیر ثابت برای مقطع i در دوره t هستند. این آزمون به جای برآورد یکباره ضرایب در قالب انباشت داده‌ها برای هر مقطع برآورد جداگانه‌ای انجام می‌دهد.

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \beta_{ik} y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \gamma_{ik} x_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

$i = 1, \dots, N$ و $t = 1, \dots, T$

آزمون عدم علیت گرنجر به وقفه^۱ حساس است و تعیین وقفه بهینه یکی از الزامات پیشین برآورد آن است. از آنجا که دمترسکیو و هرلین، هیچ راهنمایی در مورد انتخاب وقفه‌ها ارائه نمی‌دهند، بنابراین بر اساس لویز و وبر^۲ (۲۰۱۷)، تمام مجموعه‌های رگرسیون با یک وقفه از ۱ تا بالاترین تعداد ممکن بر اساس رابطه $T > 5 + 3K$ تعیین می‌شود.

۶- برآورد مدل

۶-۱- تحلیل مولفه‌های اساسی

نتایج تحلیل مولفه‌های اساسی روی مجموعه متغیرهای هر یک از محورهای دانش بنیان

1- Lag

2- Lopez and Weber

در جدول (۲) خلاصه شده‌اند (خلاصه آماری متغیرها در پیوست (۲) آمده است). برای هر مجموعه از متغیرها براساس معیار مقدار ویژه بزرگ تر از یک تنها مولفه اول (که این معیار را تامین می‌کرد) به عنوان متغیر پنهان آن مجموعه متغیرها در نظر گرفته شد. بدین ترتیب، مولفه آموزش برای محور آموزش و سرمایه انسانی، مولفه نوآوری برای محور نوآوری، مولفه نهاد اقتصادی برای محور رژیم نهادی و انگیزش اقتصادی، و مولفه فاوا برای محور زیرساخت اطلاعات و ارتباطات به دست آمد. یادآور می‌شود اطلاعات مربوط به شاخص‌ها در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۲- مولفه‌های اساسی

مقدار ویژه	اولین مولفه	ماتریس مولفه‌های توضیح‌دهندگی					نام متغیرها
۲/۵۰	۰/۸۳			SES ۰/۵۹	SET ۰/۵۶	LRA ۰/۵۷	آموزش
۳/۵۰	۰/۷۰	COC ۰/۵۱	RULE ۰/۵۲	REG ۰/۵۱	DCPS ۰/۴۳	TRW -۰/۱۵	نهاد اقتصادی
۲/۵۸	۰/۶۴		PTNT ۰/۳۹	CIR ۰/۵۵	CIP ۰/۵۰	S&T ۰/۵۴	نوآوری
۲/۱۹	۰/۷۳			FTS ۰/۵۷	MCS ۰/۵۳	IUI ۰/۶۳	زیرساخت ارتباطات و اطلاعات

ماخذ: یافته‌های پژوهش

۶-۲- رابطه علیت گرنجر بین متغیرها

یافته‌های آزمون عدم علیت گرنجر بین شاخص پیچیدگی اقتصادی و مولفه‌های اقتصاد دانش‌بنیان برای تمامی کشورهای مورد مطالعه در جدول (۳) خلاصه شده‌اند. به دلیل محدودیت تعداد سال‌ها (۱۱ سال) حداکثر تعداد وقفه طبق فرمول بیان شده، یک سال است. یافته‌ها نشان می‌دهند فرضیه صفر آزمون مبنی بر نبود رابطه علیت در هر دو سو بین مولفه آموزش و شاخص پیچیدگی اقتصادی رد می‌شود. از این رو، رابطه علی دو سویه بین آن‌ها وجود دارد. همچنین رابطه علی دو سویه بین مولفه نهاد اقتصادی و شاخص پیچیدگی

اقتصادی و نیز مولفه فاوا و شاخص پیچیدگی اقتصادی مشاهده می‌شود. درحالی‌که یافته‌ها نشان می‌دهند رابطه علی یک سویه از مولفه نوآوری به پیچیدگی اقتصادی وجود دارد و رابطه معکوس رد می‌شود.

با تفکیک کشورها به دو دسته کشورهای عضو OECD و غیرعضو می‌توان مشاهده کرد که همه روابط فوق برای هر دو دسته از کشورها صادق نیست (جدول (۴) و (۵)). یافته‌ها برای کشورهای عضو OECD، رابطه علی یک سویه از مولفه آموزش و مولفه نوآوری به شاخص پیچیدگی اقتصادی را نشان می‌دهند. حال آنکه رابطه علی یک سویه از سمت شاخص پیچیدگی اقتصادی به مولفه‌های فاوا و نهاد اقتصادی وجود دارد.

جدول ۳- آزمون عدم علیت گرنجر بین متغیرها (کل کشورها)

نتیجه	آماره	فرضیه صفر
رد فرضیه صفر	۲/۹۹	آموزش علت گرنجر پیچیدگی اقتصادی نیست.
رد فرضیه صفر	۳/۵۲	پیچیدگی اقتصادی علت گرنجر آموزش نیست.
رد فرضیه صفر	۲/۸۱	نهاد اقتصادی علت گرنجر پیچیدگی اقتصادی نیست.
رد فرضیه صفر	۲/۵۲	پیچیدگی اقتصادی علت گرنجر نهاد اقتصادی نیست.
رد فرضیه صفر	۳/۶۷	فاوا علت گرنجر پیچیدگی اقتصادی نیست.
رد فرضیه صفر	۵/۵۱	پیچیدگی اقتصادی علت گرنجر فاوا نیست.
رد فرضیه صفر	۵/۷۸	نوآوری علت گرنجر پیچیدگی اقتصادی نیست.
عدم رد فرضیه صفر	۰/۱۰	پیچیدگی اقتصادی علت گرنجر نوآوری نیست.

ماخذ: یافته‌های پژوهش

در مورد کشورهای غیرعضو OECD، رابطه علی دوسویه بین مولفه‌های آموزش و فاوا و پیچیدگی اقتصادی وجود دارد. همانند کشورهای عضو برای کشورهای غیرعضو نیز رابطه علی یک سویه از سمت مولفه نوآوری به سمت پیچیدگی اقتصادی مشاهده می‌شود. حال آنکه برخلاف کشورهای عضو برای این کشورها، مولفه نهاد اقتصادی علت گرنجر پیچیدگی اقتصادی بوده است و نه برعکس.

جدول ۴- آزمون عدم علیت گرنجر بین متغیرها به تفکیک کشورهای عضو و غیرعضو OECD

فرضیه صفر	غیرعضو	نتایج	عضو	نتایج
آموزش علت گرنجر پیچیدگی اقتصادی نیست.	۲/۹۹	رد	۳/۰۶	رد
پیچیدگی اقتصادی علت گرنجر آموزش نیست.	۳/۵۲	رد	۱/۳۳	عدم رد
نهاد اقتصادی علت گرنجر پیچیدگی اقتصادی نیست.	۲/۵۸	رد	۰/۲۸	عدم رد
پیچیدگی اقتصادی علت گرنجر نهاد اقتصادی نیست.	۰/۶۴	عدم رد	۳/۰۴	رد
فاوا علت گرنجر پیچیدگی اقتصادی نیست.	۳/۷۷	رد	۰/۹۱	عدم رد
پیچیدگی اقتصادی علت گرنجر فاوا نیست.	۳/۰۷	رد	۵/۴۶	رد
نوآوری علت گرنجر پیچیدگی اقتصادی نیست.	۵/۷۵	رد	۱/۷۱	رد
پیچیدگی اقتصادی علت گرنجر نوآوری نیست.	۰/۳۴	عدم رد	-۰/۳۶	عدم رد
تعداد کشورها	۸۱		۳۲	

ماخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۵- مقایسه‌های یافته‌های کل کشورها، کشورهای عضو و غیرعضو OECD

فرضیه صفر	کشورهای غیرعضو	کشورهای عضو	کل کشورها
آموزش ← پیچیدگی اقتصادی	✓*	✓*	✓*
پیچیدگی اقتصادی ← آموزش	✓*	≠	✓*
نهاد اقتصادی ← پیچیدگی اقتصادی	✓*	≠	✓*
پیچیدگی اقتصادی ← نهاد اقتصادی	≠	✓*	✓*
فاوا ← پیچیدگی اقتصادی	✓*	≠	✓*
پیچیدگی اقتصادی ← فاوا	✓*	✓*	✓*
نوآوری ← پیچیدگی اقتصادی	✓*	✓**	✓*
پیچیدگی اقتصادی ← نوآوری	≠	≠	≠
نکته: ✓ وجود رابطه علیت و ≠ عدم رابطه علیت	*p < ۰/۰۵	**p < ۰/۰۱	

ماخذ: یافته‌های پژوهش

۷- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در اقتصاد دانش‌بنیان، تولید، توزیع و کاربرد دانش، عامل و محرک اصلی رشد اقتصادی،

تولید ثروت و اشتغال در تمامی صنایع است. همچنین اقتصادهای پیچیده این قابلیت را دارند که حجم زیادی از دانش و مهارت مرتبط را در قالب شبکه‌های وسیعی از افراد جمع کرده و مجموعه‌ای متنوع از کالاهای دانش‌بر را تولید کنند. این در حالی است که اقتصادهای با پیچیدگی کم دارای انباشت ضعیفی از دانش و مهارت بوده و دارای تنوع محصولات تولیدی کمتر هستند.

در اینجا این سوال مطرح می‌شود که آیا حرکت کشورها به سمت اقتصاد دانش بنیان، منجر به پیچیده‌تر شدن آن کشور هم خواهد شد یا برعکس و یا اینکه هر دو علت یکدیگر هستند؟ از این رو، در این پژوهش سعی شد تا رابطه علی و معلولی بین مولفه‌های اقتصاد دانش بنیان و پیچیدگی اقتصادی کشورها مورد بررسی قرار گیرد. برای این کار از آزمون عدم علیت گرنجر مبتنی بر روش دمترسکیو و هرلین برای داده‌های پانل، شامل ۱۱۳ کشور طی دوره زمانی ۲۰۱۶-۲۰۰۶، استفاده شد.

یافته‌های پژوهش برای تمام کشورها نشان داد که بجز مولفه نوآوری که تنها رابطه علی یک سویه از سمت نوآوری به پیچیدگی اقتصادی را نشان می‌داد، بین سایر مولفه‌های اقتصاد دانش بنیان و پیچیدگی اقتصادی رابطه علی دو سویه برقرار است. این در حالی است که با تفکیک کشورها به دو دسته کشورهای عضو OECD و غیر عضو، همه روابط فوق برای هر دو دسته از کشورها صادق نیست.

در زمینه مولفه آموزش، هرچند که برای کشورهای غیر عضو رابطه علی دو سویه مشاهده می‌شود، اما برای کشورهای عضو تنها یک رابطه علی یک سویه از مولفه آموزش به پیچیدگی اقتصادی وجود دارد. در توجیه این یافته شاید بتوان علت را به متغیرهای انتخاب شده در زمینه مولفه آموزش مرتبط دانست.

اینکه در کشورهای عضو، پیچیدگی اقتصادی، علت گرنجری مولفه آموزش نیست، می‌تواند به دلیل بالا بودن سطح این مولفه در این کشورها باشد. درحقیقت در تمامی این کشورها نرخ باسوادی بزرگسالان بسیار بالا است (بیش از ۸۸ درصد). همچنین با بالا رفتن سطح پیچیدگی اقتصادی این کشورها، هرچند ممکن است سطح آموزش در این کشورها افزایش یابد، اما روی دو متغیر دیگر تشکیل دهنده این مولفه (یعنی ثبت نام در دوره‌های متوسطه و آموزش عالی) تاثیرگذار نبوده، بلکه ممکن است بر سایر متغیرهای مربوط به آموزش از جمله آموزش‌های مهارتی و فنی تاثیرگذار باشد.

در زمینه مولفه‌های فاوا در کشورهای غیرعضو رابطه علی دو سویه بین این مولفه با شاخص پیچیدگی اقتصادی برقرار است. در حالی که در کشورهای عضو تنها رابطه علی یک سویه از پیچیدگی اقتصادی به سمت مولفه فاوا وجود دارد. مطالعات قبلی حاکی از آن هستند که تاثیر فاوا روی رشد اقتصادی نیازمند در نظر گرفتن وقفه‌ای بیش از یک سال است (یوسفی، ۲۰۱۵ و هانگ، ۲۰۱۷). از این رو، انتظار می‌رود در صورتی که مطالعه برای سال‌های بیشتری انجام شود، بتوان یک رابطه دو سویه بین مولفه فاوا و شاخص پیچیدگی اقتصادی برای کشورهای عضو با در نظر گرفتن وقفه بیش از یک سال را نیز مشاهده کرد. در مورد مولفه نهاد اقتصادی، هرچند برای کشورهای عضو، رابطه علی یک سویه از سمت پیچیدگی اقتصادی به سمت این مولفه نهاد اقتصادی وجود دارد، اما برای کشورهای غیرعضو، این رابطه معکوس است (یعنی رابطه علی یک سویه از سمت این مولفه نهاد اقتصادی به پیچیدگی اقتصادی). رابطه علی یک سویه از متغیرهای نهاد اقتصادی برای کشورهای غیرعضو در مطالعات پیشین، همچون پوریان (۲۰۱۷) و اُفری و دیگران (۲۰۱۷) مورد تایید قرار گرفته است.

در زمینه مولفه نوآوری تفاوتی بین کشورهای عضو و غیرعضو وجود ندارد و برای هر دو دسته از کشورها رابطه علی یک سویه از مولفه نوآوری به شاخص پیچیدگی اقتصادی وجود دارد. این یافته برخلاف فرضیه تحقیق مبنی بر رابطه علی دو سویه نوآوری و پیچیدگی اقتصادی است. علت این یافته را نیز شاید بتوان در وقفه کوتاه یک ساله در نظر گرفته در این تحقیق یافت. زمانی که کشوری به سطح دانش فناورانه بالاتری دست می‌یابد، انتظار می‌رود که این سطح جدید دانش زمینه ساز نوآوری‌های جدید شوند. هرچند که این تاثیر با وقفه‌ای خواهد بود تا دانش جدید در فعالیت‌های تحقیق و توسعه مورد استفاده قرار گیرد و اختراعات و ابداعات جدید را نتیجه دهند. همچنین تبدیل این اختراعات و ابداعات به نوآوری، فرآیند زمان‌بری را به همراه دارد. از این رو، انتظار می‌رود که پیچیده تر شدن اقتصاد با وقفه بلندمدت تری از یک سال بر مولفه نوآوری تاثیر بگذارد.

پیوست

جدول ۱- متغیرهای پژوهش

منبع	تعریف متغیرها	نشان‌ها	متغیرها
بانک جهانی (WGI)	حاکمیت قانون	RULE	حاکمیت قانون
بانک جهانی (WGI)	کیفیت قوانین و مقررات	REG	کیفیت قوانین و مقررات
بانک جهانی (WGI)	کنترل فساد	COC	کنترل فساد
بانک جهانی (WDI)	منابع مالی ارائه شده توسط بخش مالی به بخش خصوصی (درصدی از تولید ناخالص داخلی)	DCPS	اعتبار داخلی به بخش خصوصی
PCA	اولین مولفه چهار متغیر REG, RULE, DCPS, COC	EcoInstit	مولفه نهاد اقتصادی
بانک جهانی (WDI)	نسبت ثبت نام ناخالص در دوره متوسطه بدون در نظر گرفتن سن	SES	ثبت نام دوره متوسطه
بانک جهانی (WDI)	نسبت ثبت نام ناخالص در آموزش عالی بدون در نظر گرفتن سن	SET	ثبت نام آموزش عالی
بانک جهانی (WDI)	درصدی از افراد ۱۵ ساله و بالاتر که توانایی خواندن و نوشتن دارند	LRA	نرخ باسوادی بزرگسالان
PCA	اولین مولفه سه متغیر LRA, SET, SES	Educate	مولفه آموزش
بانک جهانی (WDI)	اشتراک پهنای باند ثابت (در هر ۱۰۰ نفر)	FBS	اشتراک موبایل
بانک جهانی (WDI)	اشتراک تلفن ثابت (در هر ۱۰۰ نفر)	FTS	اشتراک تلفن ثابت
بانک جهانی (WDI)	استفاده فردی از اینترنت (درصدی از جمعیت)	IUI	کاربران اینترنت
PCA	اولین مولفه سه متغیر IUI, FTS, FBS	ICT	مولفه فاوا
بانک جهانی (WDI)	هزینه‌های استفاده از حقوق مالکیت معنوی، پرداخت (بر حسب دلار جاری آمریکا)	CIP	هزینه‌های استفاده از حقوق مالکیت معنوی، پرداخت
بانک جهانی (WDI)	هزینه‌های استفاده از حقوق مالکیت معنوی، رسید (بر حسب دلار جاری آمریکا)	CIR	هزینه‌های استفاده از حقوق مالکیت معنوی، رسید
سازمان مالکیت معنوی جهانی (WIPO)	تعداد درخواست‌های ثبت اختراع	PTNT	درخواست‌های ثبت اختراع
بانک جهانی (WDI)	تعداد مقالات منتشر شده در مجلات علمی و فنی	S&T J	مقالات مجلات علمی و فنی
PCA	اولین مولفه چهار متغیر PTNT, CIR, CIP, S&T J	Innovate	مولفه نوآوری
وب سایت اطلس پیچیدگی اقتصادی		ECI	پیچیدگی اقتصادی

ماخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۲- خلاصه آماری متغیرهای پژوهش

متغیرها	مشاهدات	انحراف معیار	میانگین	حداقل	حداکثر
کشورهای عضو	نوآوری	۳۵۲	۲/۵۵	۱/۰۷	-۰/۵۹
	رژیم نهادی و انگیزش اقتصادی	۳۵۲	۱/۱۶	۲/۲۲	-۰/۴۵
	فاوا	۳۵۲	۰/۶۵	۱/۵	-۰/۷۳
	آموزش	۳۵۲	۰/۵۷	۱/۴۷	-۰/۱۷
	پیچیدگی اقتصادی	۳۵۲	۰/۶۹	۱/۰۶	-۰/۶۵
کشورهای غیر عضو	نوآوری	۸۹۱	۰/۶۴	-۰/۴۲	-۰/۶۳
	رژیم نهادی و انگیزش اقتصادی	۸۹۱	۱/۲۵	-۰/۸۸	-۳/۶۲
	فاوا	۸۹۱	۱/۲۹	-۰/۵۹	-۳/۰۳
	آموزش	۸۹۱	۱/۴۷	-۰/۵۸	-۵/۱۵
	پیچیدگی اقتصادی	۸۹۱	۰/۷۶	-۰/۳۳	-۲/۷۳

ماخذ: یافته‌های پژوهش

منابع

- ابونوری، عباسعلی، حنطه، مهدی و قربانی‌جاهد، آزیتا (۱۳۹۲). بررسی نقش مولفه‌های اقتصاد دانش بنیان بر بهره‌وری کل عوامل تولید. *پژوهشنامه اقتصاد کلان*. دوره ۸، شماره ۱۶، ۳۱۵۲-۵۲۳۱.
- امینی میلانی، مینو و جلیلی، نادر (۱۳۹۴). بررسی تاثیر مولفه‌های اقتصاد دانش بنیان بر رشد اقتصادی ایران در سال‌های (۱۳۵۴-۱۳۹۱). *فصلنامه سیاست‌گذاری پیشرفت اقتصادی دانشگاه الزهرا (س)*. شماره ۹، ۱۱۶-۷۳.
- امینی، علیرضا، خسروی‌نژاد، علی‌اکبر و روحانی، شادی (۱۳۹۳). اثر نوآوری در ارتقای بهره‌وری کل عوامل تولید: مطالعه موردی کشورهای منتخب در حال توسعه با درآمد متوسط. *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*. شماره ۵۴، ۱۷۵-۲۱۲.
- باصری، بیژن، اصغری، ندا و کیا، محمد (۱۳۹۰). تحلیل تطبیقی نقش مولفه‌های اقتصاد دانش محور بر رشد اقتصادی. *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*. سال شانزدهم، شماره ۴۷، ۲۹-۱.
- بهبودی، داوود و امیری، بهزاد (۱۳۸۹). رابطه بلند مدت اقتصاد دانش بنیان و رشد اقتصادی در ایران. *سیاست علم و فناوری*. شماره ۴، ۳۲-۲۳.
- پژم، سید مهدی و سلیمی‌فر، مصطفی (۱۳۹۴). بررسی تاثیر شاخص پیچیدگی اقتصادی بر رشد اقتصادی در ۴۲ کشور برتر در تولید علم. *اقتصاد و توسعه منطقه‌ای*. سال دوم، شماره ۱۰، ۳۸۱۶-۱۶۳۸.
- التجائی، ابراهیم و حسینی، راحله (۱۳۹۵). تاثیر حق ثبت اختراع در رشد اقتصادی دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه. *اقتصاد تطبیقی*. دوره ۳، شماره ۱، ۲۰-۱.
- جنگانی، سمیرا، مهربانی، فاطمه و قبادی، صغری (۱۳۹۲). مقایسه اثر اقتصاد دانش محور بر رشد اقتصادی: مطالعه موردی ایران و کشورهای عضو سازمان همکاری اقتصاد و توسعه. *اولین همایش الکترونیکی ملی چشم انداز اقتصاد ایران*. تهران، ۲۴-۱.
- داورپناه، سعیده و زاینده‌رودی، محسن (۲۰۱۵). بررسی تاثیر اقتصاد دانش بنیان بر بهره‌وری نیروی کار. *کنفرانس بین‌المللی اقتصاد مدیریت و علوم کشاورزی*، ۱۰-۱.
- رمضانیان باجگیران، نوا، سلیمی‌فر، مصطفی، ناجی‌میدانی، علی‌اکبر و سلیمی‌فر، محمد

- (۱۳۹۶). بررسی رابطه علیت و تاثیر نوآوری بر رشد اقتصادی در کشورهای منتخب
منا. *اقتصاد پولی، مالی (دانش و توسعه سابق)*. دوره ۲۴. شماره ۱۳، ۴۰-۲۲.
- شاهمرادی، بهروز و سمندر علی‌اشتهرادی، مژگان (۱۳۹۷). بررسی جایگاه رقابت‌پذیری
فناورانه ایران در منطقه با رویکرد پیچیدگی اقتصادی، سیاست‌های علم و فناوری.
سال دهم. شماره ۱، ۳۸-۲۹.
- عمادزاده، مصطفی و شهنازی، روح‌اله (۱۳۸۶). بررسی مبانی و شاخص‌های اقتصاد دانایی
محور و جایگاه آن در کشورهای منتخب در مقایسه با ایران، *پژوهشنامه اقتصادی*،
دوره ۷. شماره ۲۷، ۱۷۵-۱۴۳.
- فلاح، الهام و سلامی، رضا (۱۳۹۵). بررسی تطبیقی دانش‌بنیانی اقتصاد ایران با کشورهای
منتخب آسیایی و ارائه نقشه راه برای بهبود وضعیت ایران، *فصلنامه سیاست‌گذاری
پیشرفت اقتصادی دانشگاه الزهراء*. سال چهارم. شماره چهارم.
- مهربانی، فاطمه، قبادی، صغری و رضائیان، علی (۱۳۹۳). بررسی اثر و رابطه بین اقتصاد
دانش‌بنیان و بهره‌وری کل عوامل تولید: مطالعه موردی کشورهای توسعه‌یافته،
نوظهور و در حال توسعه. *جستارهای اقتصادی ایران*. دوره ۱۱. شماره ۲۱، ۱۵۹-۱۲۵.
- میرانی، نینا، شیخ‌اسمعیلی، سامان و میرانی، والا (۱۳۹۳). بررسی اثرات ابعاد اقتصاد دانش
بنیان بر رشد تولیدات در ایران. *فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج*. دوره ۹. شماره ویژه نامه مدیریت دانش. ۹۰-۷۷.
- نصیری‌اقدم، علی، دهقان طرزجانی، علیرضا، رضایی، علی و بیگ محمدلو، حسن (۱۳۹۰).
تاثیر نوآوری بر رشد اقتصادی (مطالعه موردی کشورهای منتخب اسلامی).
تحقیقات مدیریت آموزشی. دوره ۳. شماره ۱، ۱۸۲-۱۵۹.
- هاسمن، ریکاردو، هیدالگو، سزار، بوتوس، سباستان، کوسیا، مایکل و چانگ، سارا (۲۰۱۳)
اطلس پیچیدگی اقتصادی: نقشه راه شکوفایی، ترجمه و تالیف: شاهمرادی، بهروز
(۱۳۹۷). چاپ اول. تهران: شرکت چاپ و نشر بازرگانی.
- Afzal, M. N. I. (2014), Knowledge-based economy (KBE): an investigation
of theoretical frameworks and measurement techniques in the South
East Asian region. (Doctoral Dissertation, University of Southern
Queensland). Available at <https://eprints.usq.edu.au/26013/>
- Arthur, W. B. (2013), *Complexity economics*. Oxford: Oxford University Press.
- Atif, S. M., Endres, J., & Macdonald, J. (2012), Broadband infrastructure and
economic growth: A panel data analysis of OECD countries. Available

- at SSRN 2166167.
- ATLAS. (2018), Country Complexity Rankings (ECI), Retrieved from atlas of economic complexity: <http://atlas.cid.harvard.edu/rankings>.
- 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. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2013.11.001>.
- Barkhordari, S., Fattahi, M., & Azimi, N. A. (2019). The impact of knowledge-based economy on growth performance: Evidence from MENA countries. *Journal of the Knowledge Economy*, 10(3), 1168-1182. doi: <https://doi.org/10.1007/s13132-018-0522-4>.
- Bota-Avram, C., Grosanu, A., Rachisan, P. R., & Dan Gavriletea, M. D. (2018), The bidirectional causality between country-level governance, economic growth and sustainable development: A cross-country data analysis. *Sustainability*, 10(2), 502. doi:10.3390/su10020502.
- Bozkurt, C. (2015), R&D expenditures and economic growth relationship in turkey. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 5(1), 188-198. Available at <http://www.econjournals.com/index.php/ijefi/article/download/1038/pdf>
- Caporale, G. M., Rault, C., Sova, A. D., & Sova, R. (2015). Financial development and economic growth: Evidence from 10 new European Union members. *International Journal of Finance & Economics*, 20(1), 48-60. doi: <https://doi.org/10.1002/ijfe.1498>.
- Chen, D. H., & Dahlman, C. J. (2005), The knowledge economy, The KAM methodology and world bank operations. *World Bank Institute Working Paper*, (37256). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=841625>
- Chen, D., & Dahlman, C. (2004), *Knowledge and development: a cross-section approach*, The World Bank.
- Chenery, H., & Taylor, L. (1968), Development patterns: Among countries and over time, *The Review of Economics and Statistics*, 50(4), pp 391–441. doi: 10.2307/1926806.
- Dahal, M. P. (2010), Higher educational enrollment, school teachers and GDP in Nepal: A causality analysis, *Economic Journal of Development Issues*, 11&12(1-2), 69-91. doi: <https://doi.org/10.3126/ejdi.v11i0.6107>.
- Dumitrescu, E. I., & Hurlin, C. (2012), Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels, *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460. doi: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.02.014>.
- Dworak, E. (2010), Analysis of knowledge-based economy impact on economic development in the European Union countries, *Comparative Economic Research*, 13(4), 5-25. doi: <https://doi.org/10.2478/v10103-009-0043-2>.
- Felipe, J., Kumar, U., Abdon, A., & Bacate, M. (2012), Product complexity and economic development, *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(1), 36-68. doi: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2011.08.003>.
- Gümüs, S., & Kayhan, S. (2012), The relationship between economic growth and school enrollment rates: Time Series Evidence from Turkey, *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 7(1), 24-38. Available at <https://eric.ed.gov/?id=EJ1127574>

- Hassan, M., Sanchez, B., & Yu, J. S. (2011), Financial Development and Economic Growth in the Organization of Islamic Conference Countries, *Journal of King Abdulaziz University Islamic Economics*, 24(1), 145-172. doi:10.4197/ISLEC.24-1.6.
- Hausmann, R., Hidalgo, C., Bustos, S., Coscia, M., Simoes, A., & Yildirim, M. A. (2011), *The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity*. Cambridge: Center for International Development, Harvard University.
- Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009), The building blocks of economic complexity. *Proceedings of The National Academy of Sciences*, 106(26), 10570-10575. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106>.
- Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabási, A. L., & Hausmann, R. (2007), The product space conditions the development of nations, *Science*, 317(5837), 482-487. doi: 10.1126/science.1144581.
- Hong, J.-p. (2017), Causal relationship between ICT R&D investment and economic growth in Korea, *Technological Forecasting & Social Change*, 116, 70-75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.11.005>.
- Karagiannis, S. (2007), The knowledge-based economy, convergence and economic growth: Evidence from the European Union. *The Journal of Economic Asymmetries*, 4(2), 65-85. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jeca.2007.02.005>.
- Kobzev Kotásková, S., Procházková, P., Smutka, L., Maitah, M., Kuzmenko, E., Kopecká, M., & Hönl, V. (2018), The impact of education on economic growth: The case of India, *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 66(1), 253-262. doi: <https://doi.org/10.11118/actaun201866010253>.
- Lewis, A. (1955), *The theory of economic growth*, Homewood, IL.: Irwin.
- Lopez, L., & Weber, S. (2017), Testing for Granger causality in panel data, *The Stata Journal*, 17(4), 972-984. doi: <https://doi.org/10.1177/1536867X1801700412>.
- Mealy, P., Farmer, J. D., & Teytelboym, A. (2018), A New Interpretation of the Economic Complexity Index . INET Oxford Working Paper No.2018-04. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3075591>.
- Ofori-Abebrese, G., Becker Pickson, R., & Diabah, B. T. (2017), Financial development and economic growth: Additional evidence from Ghana, *Scientific Research Publishing*, No 8, 282-297. doi:10.4236/me.2017.82020.
- Ogunmuyiwa, M. S., & Okuneye, B. A. (2015), Does tertiary enrolment cause growth in Nigeria? A vector auto regression mechanism, *International Journal of Economics and Finance*, 7(7), 131-137. doi:10.5539/ijef.v7n7p131.
- Puryan, V. (2017), The causal relationship between economic growth, banking sector development and stock market development in selected middle-east and north African countries, *International Journal of Economics and Financial Issues*, 7(3), 575-580. Available at <https://ideas.repec.org/a/eco/journ1/2017-03-76.html>
- Rostow, W. (1959), The stages of economic growth, *The Economic History Review*, 12(1), 1-16. doi: 10.2307/2591077.
- Seyet, K., & Momaw, R. L. (2008), Knowledge spillovers and regional growth in Europe. ERSA conference papers. doi: <http://hdl.handle.net/10419/115773>
- Sokolov-Mladenovic, S., Cvetanovic, S., & Mladenovic, I. (2016), R&D

- expenditure and economic growth: EU28 evidence for the period 2002–2012, *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 29(1), pp 1005-1020. doi:10.1080/1331677X.2016.1211948.
- Sridhar, K. S., & Seridhar, V. (2007), Telecommunications infrastructure and economic growth: Evidence from developing countries, *Applied Econometrics and International Development*, 7(2), 36-61. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1250082>
- Stojkoski, V., & Kocarev, L. (2017), The relationship between growth and economic complexity: evidence from Southeastern and Central Europe. MPRA (77837), 1-25. Available at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/77837>.
- Sundac, D., & Fatur, K. L. (2011), Knowledge Economy Factors and the Development of Knowledge-based Economy, *Croatian Economic Survey*, (13), 105-141. Available at <https://hrcak.srce.hr/67344>.
- Tunde, O. S., & Abimbola, A. B. (2017), Granger causality relationship between education and economic growth in Nigeria, *International Journal of Recent Research in Commerce Economics and Management (IJRRCEM)*, 4(3), 13-27. Available at <https://www.researchgate.net/publication/318725748>.
- Wainaina, M. C., Obere, A., & Wawire, N. H. (2014), Mobile teledensity and economic growth: a case of sub-saharan Africa (1988-2010), *Economics and Finance Review*, 4(1), 1-16. Available at <http://ir-library.ku.ac.ke/handle/123456789/13919>.
- Waldrop, M. M. (1992), *Complexity: The emerging science at the edge of order and chaos*, Simon & Schuster.
- Yousefi, A. (2015), A panel granger causality test of investment in ICT capital and economic growth: Evidence from developed and developing countries, *Economics World*, 3(5-6), 109-127. doi: 10.17265/2328-7144/2015.0506.001.
- Zaman, K., Rashid Khan, H. U., Ahmad, M., & Aamir, A. (2018), Research Productivity and Economic Growth: A Policy Lesson Learnt from Across the Globe, *Iranian Economic Review*, 22(3), 627-641. Available at https://ier.ut.ac.ir/article_66633.html
- Zhu, S., & Li, R. (2016), Economic complexity, human capital and economic growth: empirical research based on cross-country panel data, *Applied Economics*, 49(38), 1-14. doi:10.1080/00036846.2016.1270413.