

پیچیدگی اقتصادی، ناکارایی و مزیت نسبی^۱

اکبر قاسم‌خانی

دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه

Ghasemkhani.akbar@std.iaufb.ac.ir

صالح قویدل (نویسنده مسئول)

دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فیروزکوه

Ghavidel@iaufb.ac.ir

امیر غلام‌ابری

دانشیار گروه ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فیروزکوه

Amirgholamabri@gmail.com

میرحسین موسوی

دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی دانشگاه الزهرا (س)

Hmousavi@alzahra.ac.ir

نوع مقاله: علمی- پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۴

چکیده:

در این پژوهش مشخص شد، درجه پیچیدگی صنعت با درجه ناکارایی صنعت ارتباط دارد و از این رهگذر مزیت نسبی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. برای این منظور از داده‌های صنایع کارخانه‌ای دوازده کشور، شامل شش کشور توسعه‌یافته و شش کشور کمتر توسعه‌یافته برای دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۸ استفاده شد. با بهره‌گیری از روش پنل دیتا و تکنیک اثرات ثابت، تاثیر پیچیدگی صنعت بر درجه ناکارایی در کشورهای توسعه‌یافته و کمتر توسعه‌یافته منتخب برآورد شد. برای اندازه‌گیری پیچیدگی اقتصادی به تفکیک صنعت از میانگین پیچیدگی اقتصادی کالاهای آن صنعت که در سایت اطلس پیچیدگی اقتصادی دانشگاه هاروارد موجود است، استفاده شد. برای برآورد شاخص درجه ناکارایی در هر صنعت از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان داد که درجه ناکارایی صنعت در کشورهای توسعه‌یافته با افزایش پیچیدگی صنعت تا آستانه ۰,۲ افزایش و پس از آن کاهش می‌یابد. در حالی که در کشورهای کمتر توسعه‌یافته، درجه ناکارایی با افزایش پیچیدگی صنعت تا آستانه ۰,۶۹- کاهش و پس از آن افزایش می‌یابد. همچنین کشورهای کمتر توسعه‌یافته در صنایع با پیچیدگی در دامنه ۱,۱- الی ۰,۴۸ مزیت نسبی دارند و مزیت نسبی در کشورهای توسعه‌یافته در دامنه ۰,۴۸ الی ۱,۱ قرار دارد. نتیجه نهایی این است که کشورهای کمتر توسعه‌یافته به دلیل بالا بودن درجه ناکارایی صنعت، توان تولید کالاهای پیچیده را ندارند.

طبقه‌بندی JEL: D23، O10، O57

کلید واژه‌ها: مزیت نسبی، پیچیدگی اقتصادی، نهادگرایی، ناکارایی

^۱ این مقاله مستخرج از رساله دکتری اکبر قاسم‌خانی به راهنمایی دکتر صالح قویدل و دکتر امیر غلام‌ابری و مشاوره دکتر میرحسین موسوی است.

۱. مقدمه

تجارت بر اساس منافع حاصل از آن شکل می‌گیرد و منافع حاصل از تجارت نیز بر مبنای مزیت نسبی ایجاد می‌شود. عوامل زیادی در تعیین مزیت نسبی موثراند. از زمانی که دیوید ریکاردو اصول اقتصاد سیاسی خود را منتشر کرد، تفاوت در بهره‌وری نیروی کار به عنوان منشأ مزیت نسبی مشخص شد (کروگمن^۱، ۲۰۰۹: ۲۵). از نظر هکچر-اوهلین، تفاوت در موجودی عوامل بین کشورها باعث مزیت نسبی در تولید کالاها و خدمات می‌شود (اوهلین^۲، ۱۹۳۵؛ کروگمن، ۲۰۰۹: ۸۰). در تئوری تجارت جدید، تفاوت در بازده نسبت به مقیاس منشأ دیگری از مزیت نسبی است (کروگمن، ۲۰۰۹: ۱۳۸). از سوی دیگر، مطالعاتی مانند نورث^۳ (۱۹۹۰)، لاپورتا^۴ و همکاران (۱۹۹۷)، عجم‌اوغلو^۵ و همکاران (۲۰۰۱)، عجم‌اوغلو و همکاران (۲۰۰۵) و عجم‌اوغلو و همکاران (۲۰۱۴) نشان می‌دهد که نهادهای با کیفیت بالا عامل اصلی و تعیین‌کننده عملکرد اقتصادی هستند. به همین ترتیب، نهادها منشأ مزیت نسبی در تجارت هستند و کالاهای پیچیده در جوامعی مزیت نسبی دارند که کیفیت نهاد سیاسی و اقتصادی بالا است (لوچنکو^۶، ۲۰۰۷؛ نون^۷، ۲۰۰۷؛ کاستینوت^۸، ۲۰۰۹).

این پژوهش مزیت نسبی کشورها را بر اساس دانش تولید و کیفیت نهادی در صنایع مختلف بررسی می‌کند و ایده اصلی این است که صرف داشتن دانش، مواد اولیه و تکنولوژی برای دستیابی به مزیت نسبی در یک صنعت کافی نیست، بلکه شکل‌گیری نهاد باکیفیت در هر صنعت به عنوان منبع مکمل دانش جهت دستیابی به مزیت نسبی امری ضروری است. به تعبیری دیگر در این پژوهش قصد داریم، تاثیر دانش و کیفیت نهادی به صورت همزمان بر روی وضعیت مزیت نسبی هر صنعت را بررسی کنیم. بنابراین کشورها به دو گروه، کشورهای توسعه یافته و کمتر توسعه یافته تقسیم می‌شوند و شاخص پیچیدگی صنعت به عنوان سنج‌ای برای دانش و درجه ناکارایی صنعت به عنوان سنج‌ای برای کیفیت نهادی در نظر گرفته می‌شود. کالاها را می‌توان بر اساس

1. Paul Krugman

2. Bertil Ohlin

3. Douglass Cecil North

4. Rafael La Porta

5. Daron Acemoglu

6. Andrei A. Levchenko

7. Nathan Nunn

8. Arnaud Costinot

پیچیدگی آنها طبقه‌بندی کرد. برای تولید کالاهای ساده نیازی به تشکیل تیم‌های مختلف که هر کدام دانش متفاوتی دارند، نیست. اما برای تولید کالای پیچیده بسته به درجه پیچیدگی آن به مدیریت، هماهنگی و انسجام دادن به تیم‌های مختلف نیاز است. به عبارت دیگر عوامل تولید یک کالا را می‌توان به دانش، مواد اولیه و نهاد تقسیم‌بندی کرد. در تولید کالای ساده نقش نهاد کم است در حالی که در تولید کالای پیچیده نقش نهاد زیاد است. نهاد ضعیف درجه ناکارایی برای تولیدکننده را افزایش می‌دهد. کشورهای کمتر توسعه‌یافته اغلب دارای نهاد سیاسی و اقتصادی ضعیف هستند. بنابراین تولید کالای پیچیده در این کشورها با درجه ناکارایی بالا همراه است. در صورتی که در کشورهای توسعه‌یافته به دلیل نهادهای سیاسی و اقتصادی با کیفیت، درجه ناکارایی برای تولید کالاهای پیچیده پایین است به عبارت دیگر، کارایی این تولیدات بالا است. در نتیجه، کشورهای توسعه‌یافته مزیت نسبی در تولید کالاهای پیچیده پیدا می‌کنند که دارای ارزش افزوده بالا است. کشورهای کمتر توسعه‌یافته به علت برخورداری از نهادهای بی‌کیفیت، در تولید کالاهای پیچیده با درجه ناکارایی بالا روبرو هستند، پس نمی‌توان از آنها انتظار داشت که کالاهای پیچیده تولید کنند، این کشورها مزیت نسبی در تولید کالاهای ساده و کمتر پیچیده دارند که دارای ارزش افزوده پایین هستند. این تحقیق روشن می‌کند که چرا کشورهای در حال توسعه مانند ایران نمی‌توانند کالاهای پیچیده با ارزش افزوده بالا تولید کنند. پاسخ به این پرسش یکی از مهمترین دلایل ایجاد این پژوهش است.

فرضیه این پژوهش حاکی از آن است که بین پیچیدگی و درجه ناکارایی صنایع رابطه سهمی شکل وجود دارد. یعنی با افزایش پیچیدگی صنایع درجه ناکارایی افزایش و سپس کاهش می‌یابد. پرسش این پژوهش این است که ناکارایی صنعت تا چه درجه‌ای از پیچیدگی افزایشی است؟ و در این خصوص کشورهای توسعه‌یافته چه تفاوتی با کشورهای کمتر توسعه‌یافته دارند؟ برای برآورد درجه ناکارایی به تفکیک کشور و صنعت، ابتدا کارایی به تفکیک کشور و صنعت محاسبه می‌شود. شاخص کارایی صنایع از روش تحلیل پوششی داده‌ها^۱ بدست آمده است. بر طبق این روش، داده‌های ورودی برای هر صنعت شامل تعداد نیروی کار و ارزش سرمایه‌گذاری است و خروجی، تولید به تفکیک صنعت است. به این ترتیب کارایی در کشورها به تفکیک آیسیک دو رقمی صنایع کارخانه‌ای برآورد شد و برای دستیابی به شاخص ناکارایی، عدد مذکور از یک کم

^۱. Data Envelopment Analysis (DEA)

شد. اطلاعات و داده‌های مربوط به شاخص پیچیدگی محصول از سایت اطلس پیچیدگی اقتصادی دانشگاه هاروارد^۱ اخذ شده است. بدین ترتیب داده‌های مربوط به درجه ناکارایی و پیچیدگی صنعت برای دو گروه از کشورها، شامل شش کشور توسعه‌یافته و شش کشور کمتر توسعه‌یافته در طی سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۸ آماده شد. این پژوهش از پنج بخش تشکیل شده است. پس از مقدمه در بخش دوم به تعریف پیچیدگی اقتصادی و درجه ناکارایی و ایده‌های اصلی تحلیل پرداخته شده است. تصریح مدل و توصیف داده‌ها در بخش سوم شرح داده شده است. در بخش چهارم و پنجم یافته‌های پژوهش و نتیجه‌گیری بیان شده است.

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۲-۱. پیچیدگی اقتصادی و پیچیدگی صنعت

محصولات با به‌کارگیری دانش ساخته می‌شوند. بنابراین محصولات، *معرفان دانش‌اند*. اگر ساخت یک محصول، نیازمند نوع خاصی از ترکیب دانش باشد، آن‌گاه کشورهایی که آن محصول را تولید می‌کنند تداعی‌گر در اختیار داشتن دانش مورد نیاز برای تولید آن هستند. اکنون با به‌کارگیری این دیدگاه ساده، می‌توان به تبیین مفاهیمی پرداخت که در راستای محاسبه پیچیدگی اقتصادی، استفاده می‌شوند. نخست، مقدار دانش تجمیع شده‌ای که یک کشور دارد، در تنوع تولیدی آن متبلور می‌شود. دوم، محصولاتی که نیازمند حجم زیادی از دانش هستند در جاهای بسیار محدودی که تمام ملزومات دانش در دسترس باشد، قرار دارند. ما فراگیری را به عنوان تعداد کشورهایی که یک محصول را تولید می‌کنند، تعریف می‌کنیم. بنابراین فراگیری یک محصول اطلاعاتی درباره حجم دانش مورد نیاز برای تولید آن را آشکار می‌سازد. از این رو، حجم دانشی که یک کشور در اختیار دارد، در تنوع^۲ و فراگیری^۳ محصولات تولیدی آن کشور تجلی می‌یابد (ها سمن و همکاران، ۲۰۱۳). در سال ۲۰۱۱ اولین اطلس پیچیدگی اقتصادی جهان به رهبری ریکاردو هاسمن^۴ و سزار هیدالگو^۵ منتشر شد. تحقیقات آن‌ها به استخراج

^۲ برای اطلاعات بیشتر به سایت <https://atlas.cid.harvard.edu> مراجعه کنید.

^۲ Diversity

^۳ Ubiquity

^۴ Ricardo Hausmann

^۵ Cesar Hidalgo

شاخص پیچیدگی اقتصادی^۱ و شاخص پیچیدگی محصول^۲ منجر شد. شاخص پیچیدگی اقتصادی اندازه‌گیری شدت دانش نسبی یک کشور و شاخص پیچیدگی محصول اندازه‌گیری شدت دانش نسبی یک محصول را در نظر می‌گیرد (هاسمن و همکاران، ۲۰۱۳).

۲-۲. کیفیت نهادی

اقتصاد نهادی جدید شاخه‌ای از علم اقتصاد است که به مطالعه هزینه مبادلات پیوندهای اقتصادی می‌پردازد. ریشه این نظریه را می‌توان در مقاله‌ای از رونالد کوز^۳ (۱۹۳۷) به نام ماهیت بنگاه یافت. کوز متوجه شد، توصیف‌های اقتصادی که در آن زمان رایج بود به طور مثال «یک سیستم اقتصادی نرمال، خود به خود به تعادل می‌رسد.» یکی از ابعاد اقتصادی را نادیده گرفته و آن واقعیت، دلالت بر هزینه‌بر بودن مبادلات اقتصادی می‌کرد. اگر داد و ستد بدون هزینه باشد، راه‌حل کارای رقابتی اقتصاد نئوکلاسیک برقرار خواهد شد. اما در دنیای واقعی که هزینه مبادله یکی از مشخصه‌های بارز آن است، نظریه فاقد هزینه مبادله برای تبیین عملکرد اقتصادی مفید نخواهد بود (هیدالگو، ۲۰۱۵).

از نظر نورث (۱۹۹۰) هزینه‌های تولید از مجموع هزینه‌های تبدیل و هزینه‌های مبادلاتی تشکیل شده است. هزینه‌های مبادلاتی همه هزینه‌های صریح و ضمنی معاملات بین سازمانی و درون سازمانی را که در فرآیند تولید در سطح سازمانی به وقوع می‌پیوندد، در بر می‌گیرد. در حالی که هزینه‌های تبدیل تمامی هزینه‌های صریح و ضمنی به‌کارگیری و ترکیب عوامل تولید به لحاظ فنی در فرآیند تولید کالا و خدمات از مواد اولیه تا کالای نهایی در سطح سازمانی را در بر می‌گیرد. چارچوب نهادی یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده هزینه‌های مبادلاتی و چارچوب تکنولوژی یک عامل اصلی تعیین‌کننده هزینه‌های تبدیل است. در واقع چارچوب نهادی از یک طرف به طور مستقیم به دلیل رابطه بین نهادها و هزینه‌های مبادلاتی بر هزینه‌های تولید اثر می‌گذارد و از طرف دیگر به طور غیرمستقیم به دلیل رابطه میان نهادها و تکنولوژی بر هزینه‌های تبدیل و بنابراین بر هزینه‌های تولید اثر می‌گذارد. پس تغییرات نهادی و تغییرات تکنولوژی، عوامل اصلی تغییر و تحول اقتصادی در مسیر بلندمدت هستند.

1. Economic Complexity Index (ECI)

2. Product Complexity Index (PCI)

3. Ronald Coas

۲-۳. مبانی نظری

پیچیدگی اقتصادی و کارایی دو متغیر اصلی این پژوهش هستند. مفهوم متعارف کارایی به توانایی یک واحد تصمیم‌گیری برای تولید حداکثر خروجی ممکن از ترکیب معینی از ورودی‌ها و فناوری تولید مربوط می‌شود. از طرف دیگر کالای پیچیده به کالایی گفته می‌شود که دانش انباشته و مولد در آن توسط تیم‌های مشخص با هم ترکیب و خلق می‌شود. کالاهایی که درجه پیچیدگی آن‌ها پایین است به آن‌ها کالاهای ساده اطلاق می‌شود، در مقابل کالاهای بسیار پیچیده که دانش پیشرفته در آن‌ها بکار رفته و ساخت آن‌ها نیاز به گروه‌های کاری زیاد دارد. یک رابطه علی دو طرفه بین پیچیدگی اقتصادی و کارایی وجود دارد (مورنو و همکاران^۱، ۲۰۲۲). تفاوت بین کشورها از نظر بهره‌وری و کارایی و در نتیجه توسعه اقتصادی را می‌توان با تفاوت در پیچیدگی اقتصادی بیان کرد (هاسمن و هیدالکو، ۲۰۰۹).

تعامل بین درجه کارایی و پیچیدگی اقتصادی به تفکیک کشورها، ارتباط معنی‌دار مثبتی را برای هر دو نشان می‌دهد. این واقعیت این موضوع را تأیید می‌کند که پیچیدگی اقتصادی در جهت کارایی همان کشورها عمل می‌کند. در واقع، منشاء پیچیدگی که عبارتند از انباشت دانش مولد، سرمایه انسانی، مهارت و کارآفرینی به طور مستقیم و غیرمستقیم با کارایی مرتبط هستند. ادبیات اخیر نقش پیچیدگی اقتصادی از کانال دانش به عنوان محرک افزایش کارایی را نشان می‌دهند (موسیر و همکاران^۲، ۲۰۲۲). دانش و انواع آن به عنوان منشا پیچیدگی اقتصادی و کیفیت نهادی به عنوان منشا کارایی، به ارتباط پیچیدگی و کارایی کمک می‌کند. به تعبیری دانش به دو گونه یعنی دانش فردی (سرمایه انسانی) و دانش اجتماعی (سرمایه اجتماعی) تقسیم می‌شود. سرمایه انسانی تک تک افراد در یک جامعه تا زمانی که نتوانند در کنار هم قرار گیرند، نمی‌توانند کالای پیچیده را تولید کنند. دانش و نهاد باکیفیت دو عاملی هستند که پیوند پیچیدگی و کارایی را محکم می‌کنند. بنابراین ایجاد شبکه‌ای از افراد برای حفظ دانش و مهارت به هزینه پیوندها بستگی دارد؛ یعنی زمانی که ایجاد و نگهداری پیوندها گران نباشد (نهاد باکیفیت)، خلق شبکه‌های افراد انجام می‌شود. پس شبکه‌های بزرگ‌تر با ثابت در نظر گرفتن سایر عوامل قادر به انباشت حجم بیشتری از دانش و مهارت

¹. Vicente Moreno And Casas Philipp Bagus

². Charaf Eddine Moussir and Mo Liouadding

هستند. در نتیجه، سرمایه انسانی و سرمایه اجتماعی باعث افزایش کارایی از کانال پیچیدگی اقتصادی می‌شوند (هیدالگو، ۱۳۹۵).

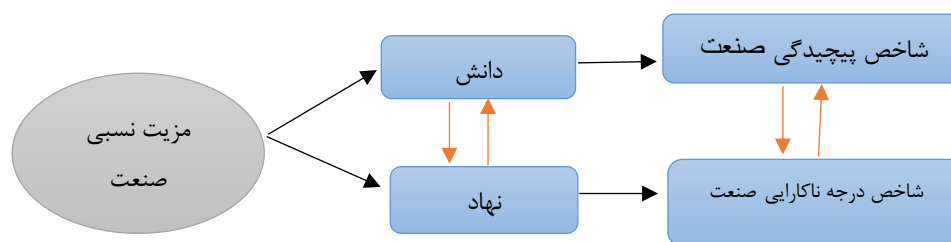
کاستینوت^۱ (۲۰۰۹) بیان می‌کند که در نظریه دیوید ریکاردو، علت ایجاد مزیت نسبی تفاوت بهره‌وری بین کشورها است. حال پرسش این است، چرا بهره‌وری تولید بین کشورها متفاوت است؟ او علت آن را مربوط به نهادها دانست و این طور بیان کرد که در شرایط تجارت آزاد، کشورهایی که نهادهای بهتر و سرمایه انسانی بالاتری دارند در تولید کالاهای پیچیده مزیت نسبی پیدا می‌کنند. کیفیت بهتر نهاد و سطح بالاتر تحصیلات، منابع مکمل مزیت نسبی در تولید کالاهای پیچیده هستند و این تفاوت در کیفیت نهادها و سرمایه انسانی است که باعث تفاوت‌های درون‌زای بهره‌وری بین کشورها می‌شود. به طور مثال دو صنعت، یکی تولید پیچ به‌عنوان یک کالای ساده و دیگری تولید کامپیوتر به عنوان یک کالای پیچیده را با هزینه مبادله یکسان در نظر بگیرید. به طوری که در صنعت پیچ منافع حاصل از تخصصی شدن کوچک و ارزش‌افزوده تولید آن بسیار کم است بنابراین تیم‌های کوچک شکل می‌گیرد. ولی در صنعت کامپیوتر منافع حاصل از تخصصی شدن بسیار زیاد است پس اندازه تیم‌ها در خط تولید بزرگتر می‌شود. کاستینوت (۲۰۰۹) نتیجه می‌گیرد که با افزایش هزینه مبادله به واسطه بدتر شدن کیفیت نهادها، تیم‌های تولیدی در صنعت پیچیده و صنعت ساده به سمت گروه‌های کوچکتر تولیدی میل می‌کنند. در این حالت هزینه تولید کالای پیچیده به نسبت کالای ساده به شدت افزایش می‌یابد. زیرا کالای ساده نیاز به تعداد تیم کمتر دارد در صورتی که کالای پیچیده نیاز به تعداد تیم بیشتری دارد. نهاد بد اقتصادی و سیاسی عمدتاً برای تشکیل گروه‌های متخصص در تولید کالاهای پیچیده ایجاد هزینه می‌کند و در نتیجه قیمت تمام شده کالاهای پیچیده گران‌تر از کشوری می‌شود که نهاد اقتصادی و سیاسی خوب دارد. از طرفی دیگر کالاهای ساده نیاز به تشکیلات گروهی ندارند و نهاد بد باعث افزایش هزینه برای این کالاها نمی‌شود. به طور خلاصه، کشورهای کمتر توسعه‌یافته به علت برخورداری از نهاد بد و ضعیف در تولید کالاهای ساده و کمتر پیچیده مزیت نسبی پیدا می‌کنند. در مقابل، کشورهای توسعه‌یافته به علت برخورداری از نهاد با کیفیت و خوب مزیت نسبی در تولید کالاهای پیچیده به دست می‌آورند.

بر اساس نمودار ۱ جهت دستیابی به مزیت نسبی نیاز همزمان به دانش تولید و نهاد باکیفیت وجود دارد. دانش و نهاد نیز با یکدیگر ارتباط دارند، به طوری که نهاد باکیفیت

^۱. Arnaud Costinot

باعث بهبود دانش و متقابلاً دانش نیز باعث افزایش کیفیت نهاد می‌شود. از طرفی رابطه علی دو طرفه بین پیچیدگی اقتصادی و کارایی وجود دارد. بنابراین با هم‌افزایی بین پیچیدگی اقتصادی و کارایی، می‌توان به مزیت نسبی در آن صنعت دست یافت.

نمودار (۱): منابع مزیت نسبی و ارتباط آنها



منبع: یافته‌های پژوهش

۲-۴. پیشینه پژوهش

ارتباط بین پیچیدگی اقتصادی و کیفیت نهادی و تاثیر آنها بر روی مزیت نسبی و رشد اقتصادی موضوع برخی از پژوهشگران بوده است. این مهم توسط محققان با روش‌های متعددی بررسی شده است. برای مثال فلیکس آوارا و بیسی اوکن^۱ (۲۰۱۸) با استفاده از مدل تصحیح خطا، برای دوره ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۶ در کشور نیجریه به این نتیجه رسیدند که برخلاف سهم قابل توجه صادرات نفتی، این کشور با تقویت چهار شاخص اثربخشی دولت، حاکمیت قانون، ثبات سیاسی و کنترل فساد توانسته تولید ناخالص داخلی خود را تا حد قابل ملاحظه‌ای متنوع سازد. از این رو، ایجاد نهادهای با کیفیت و کلیدی برای تنوع صادرات و رشد تولید ناخالص داخلی امری ضروری است و اینها مبنایی در توسعه غیر نفتی در نیجریه است. همچنین، ترانگ^۲ (۲۰۱۹) بیان کرد که کیفیت نهادها به شکل‌گیری اختلاف بین کشورها از منظر پیچیدگی اقتصادی منجر می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که مولفه برون‌زای کیفیت نهادی تاثیر مثبت قوی و محکمی بر پیچیدگی اقتصادی دارد.^۳

(۲۰۱۵) با استفاده از رگرسیون حداقل مربعات معمولی و آنالیز داده‌های مقطعی و ضرایب تغییرات به بررسی رابطه بین پیچیدگی اقتصادی و کیفیت نهادی با رویکرد رقابت صادراتی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که محصولاتی که صادرکنندگان اصلی

1. Bassey Okon and Felix Awara

2. Vu Trung

3. Birol Erkan and Elif Yildirimci

آن، کشورهای توسعه یافته بوده‌اند نسبت به سایر محصولات پیچیده‌تر بوده و این کشورها دارای بیشترین قابلیت رقابت‌پذیری صادراتی هستند. کوزندا و پقوسیان^۱ (۲۰۱۸) با استفاده از روش گشتاور تعمیم‌یافته و شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای ۱۰۱ کشور در بازه ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۴ نشان دادند که سرانه تولید ناخالص داخلی و اندازه اقتصاد تاثیر مثبتی بر روی پیچیدگی صادرات دارد. همچنین افزایش سطح کیفیت نهادی برای کشورهایی که دارای ضعف در این شاخص هستند، اثر بسزایی در افزایش پیچیدگی صادرات داشته و ضعف شاخص نهادی تاثیر منفی زیادی بر روی شاخص پیچیدگی دارد. مورنو و همکاران (۲۰۲۲) به ارتباط بین اقتصاد پیچیدگی و کارایی پویا پرداختند و عنوان کردند که مفهوم متعارف کارایی مورد استفاده در علم اقتصاد ایستا است و به دلیل ناسازگاری با اقتصاد پیچیدگی از نظر معرفتی مردود است. بنابراین مفهوم کارایی پویا با توجه به شباهت‌های معرفتی و نظری آن با پیچیدگی اقتصادی به عنوان یک تعریف جایگزین از کارایی ارائه می‌شود. در نتیجه یک رابطه علی مستقیم بین پیچیدگی اقتصادی و کارایی پویا برجسته می‌شود. این رابطه در پرتو کاربردهای اخیر هر دو نظریه کارایی پویا و اقتصاد پیچیدگی در مطالعه توسعه اقتصادی تایید شده است. در نهایت اشاره می‌کنند که پیچیدگی اقتصادی و کارایی پویا را می‌توان برای بهبود درک ما از فرایند توسعه ترکیب کرد. موسیر و همکاران (۲۰۲۲) به تحلیل نقش کارایی فنی بر فرایند پیچیدگی اقتصادی در کشورهای در حال توسعه پرداختند و برای این کار از دو تکنیک مکمل استفاده کردند. اولین تکنیک به آنها امکان داد که نمره کارایی برای پانلی متشکل از ۸۱ کشور توسعه یافته و در حال توسعه طی یک دوره زمانی بین سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ را محاسبه کنند. نتایج بدست آمده با روش DEA نشان می‌دهد که کشورهای در حال توسعه تنها ۱۶ درصد از مقدار خروجی‌هایی را که می‌توانستند از منابع خود تولید کنند را تولید کردند در حالی که کشورهای با درآمد بالا ۵۱ درصد تولید کردند.

سپهردوست و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی نقش سیاست مالی به همراه کارایی آنها بر شاخص پیچیدگی اقتصادی در کشورهای سازمان همکاری اسلامی طی سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۷ با استفاده از روش گشتاور تعمیم‌یافته پرداختند. آنها بیان کردند که در این رابطه دولت می‌تواند با افزایش کیفیت خدمات عمومی، کیفیت خدمات مدنی و همچنین افزایش اعتبار تعهد نسبت به اجرای سیاست مالی زمینه افزایش بهره‌وری کل عوامل

¹. Kocenda and Poghosyan

تولید را فراهم نموده و با افزایش کارایی باعث ایجاد تنوع محصولات در داخل و همچنین تنوع محصولات صادراتی گردد. چ شمی و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله‌ای به علل تفاوت در رتبه پیچیدگی اقتصادی ایران با کشورهای کره جنوبی و ترکیه پرداختند و در این مسیر از مولفه‌های شاخص رقابت‌پذیری استفاده کردند. نتایج بررسی مقایسه‌ای نشان می‌دهد با این که شاخص‌های ورودی اقتصاد کشور ایران (از قبیل جمعیت، متغیرهای نهادی، برخی زیر ساخت‌ها) با این دو کشور تفاوت چندانی ندارد، اما شاخص‌های واسطه‌ای (از قبیل توسعه بخش مالی، نوآوری و ثبات اقتصاد کلان) تفاوت زیادی با این دو کشور دارد و این موضوع خود را در تفاوت شدید در شاخص‌های خروجی اقتصاد مانند درجه پیچیدگی اقتصادی نشان داده است.

الهی و همکاران (۱۳۹۷) تاثیر عوامل نهادی بر روی شاخص پیچیدگی اقتصادی کشورهای توسعه‌یافته، نوظهور و در حال توسعه را مورد بررسی قرار دادند و با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته سیستمی و داده‌های ۱۰۲ کشور طی دوره زمانی ۲۰۱۶-۱۹۹۳ و براساس شاخص سطح توسعه‌یافتگی نهادی، کشورها را به دو دسته کشورهای توسعه‌یافته نهادی و کشورهای کمتر توسعه‌یافته نهادی دسته‌بندی کردند. زیرساخت‌های نهادی تنها متغیری می‌باشد که در تمامی مدل‌های برآوردشده در این پژوهش برای همه گروه‌های کشوری اثر مثبت و معنی‌دار آماری بر پیچیدگی اقتصادی داشته است. بیشترین تاثیر ساختار نهادی بر روی پیچیدگی اقتصادی، به ترتیب به کشورهای توسعه‌یافته، در حال توسعه و نوظهور اختصاص یافته است. مهرگان و همکاران (۱۴۰۰) با تاکید بر کارایی و مولفه‌های آن و با استفاده از روش گشتاور تعمیم یافته، به بررسی تاثیر افزایش بهره‌وری بر پیچیدگی اقتصادی کشورهای منتخب در مرحله کارایی محور و در شرف ورود به مرحله نوآوری طی دوره زمانی ۲۰۱۶-۲۰۰۶ پرداخته است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که متغیرهای نرخ ارز، افزایش بهره‌وری و مؤلفه‌های آن، الزامات اساسی و نوآوری تأثیر مثبتی بر پیچیدگی اقتصادی کشورهای مورد مطالعه دارند.

۳. توصیف داده‌ها و مدل

در این بخش ابتدا روش محاسبه درجه ناکارایی و شاخص پیچیدگی صنعت توضیح داده می‌شود و سپس مدل رگرسیون تصریح می‌شود.

۳-۱. محاسبه درجه ناکارایی

سنجه‌ای برای کیفیت نهادی به تفکیک صنعت و کشور وجود ندارد. بنابراین به دو علت،

درجه ناکارایی را به عنوان سنج‌های نزدیک و جایگزین برای کیفیت نهادی در نظر می‌گیریم. دلیل نخست ادغام عمودی و افقی ویلیامسون^۱ (۱۹۷۱) است. ادغام عمودی ترکیب دو فعالیت تجاری است که در سطح متفاوت از تولید قرار دارند و ادغام افقی ترکیب دو فعالیت تجاری است که در سطح مشابه‌ای از تولید قرار دارند. نظریه وی تاثیر زیادی در کاهش قوانین ضد تراست داشت. به طوری که در سال ۱۹۸۴ این امر رسمی مورد پذیرش قرار گرفت که بیشتر ادغام‌های عمودی در راستای بالابردن کارایی اتفاق می‌افتد. حتی در برخی مواقع ممکن است ادغام‌های افقی که منجر به افزایش قیمت نیز می‌شود، کارایی را افزایش دهد. دلیل آن این است که ادغام باعث کاهش هزینه‌ها می‌شود. پس در ادغام عمودی یا افقی، کارایی افزایش و ناکارایی کاهش می‌یابد (پرز لارا^۲ و همکاران، ۲۰۱۸).

دلیل دوم را در کم‌کاری اجتماعی باید جست. این پدیده وقتی اتفاق می‌افتد که عملکرد فردی به طور مستقیم قابل مشاهده نیست و با تلاش گروهی آمیخته می‌شود. چند مرد را در نظر بگیرید که باید طنابی را از دو سو می‌کشیدند و اگر نیروی به کار گرفته شده از هر طرف اندازه‌گیری شود. به طور میانگین، اگر دونفر باهم طناب را بکشند، هر کدام فقط ۹۳ درصد از قدرت خود را به کار می‌گیرند و اگر هشت نفر بکشند، فقط از ۴۹ درصد قدرت خود بهره می‌گیرند. وقتی مردم کاری را با هم انجام می‌دهند، عملکردهای فردی کاهش پیدا می‌کند. مخصوصاً زمانی که این کوتاهی‌ها به چشم نمی‌آید (دوبلی، ۱۳۹۴). در نتیجه در کار تیمی اگر دچار کم‌کاری اجتماعی نشویم یعنی بتوانیم نهاد باکیفیت خوب تشکیل دهیم، کارایی افزایش، درجه ناکارایی کاهش می‌یابد.

برای برآورد شاخص کارایی از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. بر طبق این روش، داده‌های ورودی برای هر صنعت شامل تعداد نیروی کار و ارزش سرمایه‌گذاری است و داده خروجی، تولید صنعت است. داده‌های صنعت در سطح بین‌الملل توسط یونیدو^۳ تحت عنوان سالنامه بین‌المللی آمار صنعتی^۴ جمع‌آوری می‌شود. متأسفانه تعداد کمی از کشورها، داده‌های مورد نظر را به طور مرتب و منظم در طول زمان ارائه داده‌اند. مطابق با طبقه‌بندی فعالیت‌ها^۵ ISIC دو رقمی، تعداد صنایع کارخانه‌ای هر کشور بیست و دو بخش در نظر گرفته شد. داده‌ها حداقل سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۸ در پنج

1. Oliver E. Williamson

2. Magdiel Perez-Lara

3. United Nations Industrial Development Organization

4. International Yearbook of Industrial Statistics

5. Internatioonal Standard Industrial Classification

دوره گروه‌بندی شدند به طوری که تفاضل نیروی کار، سرمایه‌گذاری و تولید سال ۲۰۱۴ با ۲۰۱۱ به عنوان داده‌های دوره اول تعریف شد. به همین ترتیب تفاضل سال ۲۰۱۵ با ۲۰۱۲ دوره دوم، تفاضل ۲۰۱۶ با ۲۰۱۳ دوره سوم، تفاضل ۲۰۱۷ با ۲۰۱۴ دوره چهارم و تفاضل ۲۰۱۸ با ۲۰۱۵ دوره پنجم تعریف شد. کارایی هر صنعت در پنج دوره مذکور برای دوازده کشور به روش تحلیل پوششی داده‌ها برآورد شد. برای دستیابی به شاخص ناکارایی آن را از یک کسر نموده و درجه ناکارایی به دست آمد.

۳-۲. تحلیل پوششی داده‌ها و محاسبه کارایی

تحلیل پوششی داده‌ها یک روش ناپارامتری با رویکرد حل مسایل برنامه‌ریزی خطی است که چارنز^۱ و همکاران (۱۹۷۸) آن را با معرفی CCR طراحی و بنکر^۲ (۱۹۸۴) با معرفی مدل BCC گسترش دادند. این تکنیک یک روش مناسب جهت ارزیابی کارایی واحدهایی است که با مصرف چند ورودی بتوانند چند خروجی تولید نمایند. در روش تحلیل پوششی داده‌ها موجودیت مورد بررسی که ورودی‌ها را به خروجی‌ها تبدیل می‌کند، یک واحد تصمیم‌گیرنده^۳ نامیده می‌شود. فرض می‌کنیم $(j = 1, \dots, n)$ ، DMU_j که هر یک با مصرف m ورودی بتواند خروجی s تولید نماید. بعلاوه بردارهای ورودی و خروجی را به ترتیب به صورت زیر در نظر می‌گیریم:

$$X_j = (X_{1j}, \dots, X_{mj}) \quad \text{و} \quad Y_j = (Y_{1j}, \dots, Y_{sj})$$

در تحلیل پوششی داده‌های کلاسیک فرض بر این است که:

$$X_j \neq 0 \quad \text{و} \quad X_j \geq 0 \quad \text{و} \quad Y_j \neq 0 \quad \text{و} \quad Y_j \geq 0$$

اما نکته‌ای که در این پژوهش وجود دارد این است که بر خلاف مفروضات فوق، واحدهایی با ورودی و خروجی منفی وجود دارد. زیرا ورودی و خروجی این پژوهش تفاضل دو دوره زمانی است که ممکن است، منفی باشد. بنابراین جهت ارزیابی واحدها نمی‌توان از دو مدل CCR و BCC استفاده کرد. یکی دیگر از مدل‌های مهم تحلیل پوششی داده‌ها مدل SBM^۴ می‌باشد که توسط تن^۵ (۲۰۰۱) ارائه گردید. پس با توجه به ساختار داده‌های موجود جهت واحدهایی که دارای داده‌های منفی هستند از مدل

1. Charnes

2. Banker

3. Decision Making Unit (DMU)

4. Slacks Based Measure

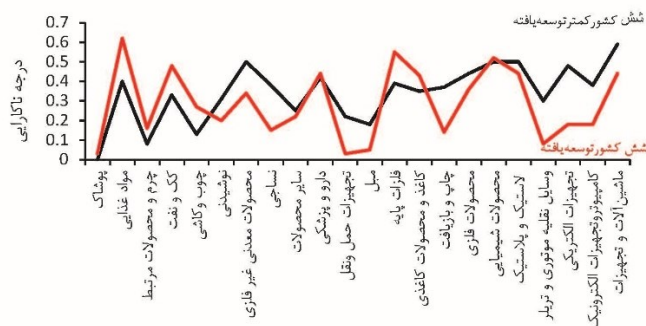
5. Tone

BP-SBM که مجدداً توسط تن و همکاران (۲۰۲۰) ارائه گردید، استفاده می‌شود. برای این منظور مجموعه امکان تولید را که شامل داده‌هایی با ورودی و خروجی ثابت و منفی باشد را در نظر می‌گیریم و (X, Y) را طبق تبدیل‌های تن و همکاران (۲۰۱۹) به صورت ذیل منتقل می‌نماییم.

$$\bar{X}_{ij} = X_{ij} - X_i^{\min} > 0 \quad (\forall i, j) \quad \text{و} \quad \bar{Y}_{ij} = Y_{ij} - Y_i^{\min} > 0 \quad (\forall i, j)$$

با این انتقال، ماتریس‌های $\bar{X} = (\bar{X}_{ij}) \in R^{m \times n}$ و $\bar{Y} = (\bar{Y}_{ij}) \in R^{s \times n}$ دارای درایه‌های مثبت می‌باشند. بعد از این انتقال از مدل BP-SBM استفاده می‌کنیم و تعریف DMU ی کارا در مدل BP-SBM بدین معناست که: DMU_0 بامدل BP-SBM کاراست هر گاه $\theta^* = 1$ باشد. بدین ترتیب داده‌های مربوط به کارایی صنایع در کشورهای مختلف به دست می‌آید و با کسر آن از یک، ناکارایی صنعت به دست می‌آید که سنجه‌ای برای کیفیت نهادی است. وضعیت ناکارایی در نمودار ۲ آمده است و صنایع بر اساس درجه پیچیدگی از چپ به راست مرتب شده‌اند. ملاحظه می‌شود که در صنایع پیچیده درجه ناکارایی کشورهای کمتر توسعه‌یافته بالاتر است. برای تفهیم بهتر، تفاوت درجه ناکارایی کشورهای کمتر توسعه‌یافته با کشورهای توسعه‌یافته که نشان‌دهنده تفاوت نهادها در این دو گروه است، برای هر صنعت در نمودار ۳ رسم شده است که در پیوست ۲ قابل مشاهده است. روشن است که در صنایع ساده مانند پوشاک، مواد غذایی، نفت و ... شکاف درجه ناکارایی به نفع کشورهای کمتر توسعه‌یافته است. در حالی که در صنایع پیچیده مانند ماشین‌آلات، تجهیزات الکتریکی و ... شکاف درجه ناکارایی به نفع کشورهای توسعه‌یافته تغییر می‌کند. بنابراین با افزایش شاخص پیچیدگی، شکاف درجه ناکارایی بین کشورهای کمتر توسعه‌یافته و کشورهای توسعه‌یافته بیشتر می‌شود.

نمودار (۲): درجه ناکارایی صنایع در کشورهای توسعه‌یافته و کمتر توسعه‌یافته (متوسط پنج دوره زمانی)



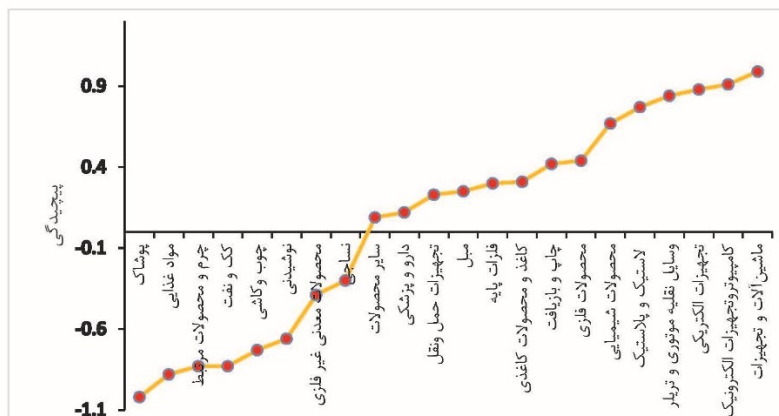
منبع: یافته‌های پژوهش

۳-۳. محاسبه شاخص پیچیدگی صنعت

شاخص پیچیدگی اقتصادی کشورها با شاخص پیچیدگی محصول متفاوت است. شاخص پیچیدگی اقتصاد، کشورها را بر اساس حجم دانش مولدی که در ساختار صادرات آنها به صورت ضمنی وجود دارد، رتبه‌بندی می‌کند. پنج کشور برتر عبارت‌اند از: ژاپن، آلمان، سوئیس، سوئد و کره. این کشورها حجم عمده‌ای از دانش مولد را در اختیار دارند و تعداد زیادی از کالاهای پیچیده را صادر می‌کنند. در مقابل، پایین‌ترین سطح رتبه‌بندی مربوط به گینه نو، سودان، آنگولا و موریس است. این کشورها کالاهای ساده تولید و صادر می‌کنند (هاسمن و همکاران، ۱۳۹۷).

در سایت اطلس پیچیدگی دانشگاه هاروارد شاخص پیچیدگی اقتصادی کشورها و شاخص پیچیدگی محصول برای ۱۲۴۰ قلم کالا محاسبه شده است. شایان ذکر است که در پژوهش حاضر نیاز به شاخص پیچیدگی صنعت بود. بنابراین ابتدا صنایع بر اساس کد آیسیک دو رقمی برای ۲۲ صنعت کارخانه‌ای از کد ۱۰ تا ۳۲ در نظر گرفته شد. سپس کالاهای هر صنعت مشخص شد. میانگین شاخص پیچیدگی کالاها در یک صنعت به عنوان شاخص پیچیدگی صنعت در نظر گرفته شد. نکته مهم اینکه شاخص پیچیدگی صنعت از صنعتی به صنعت دیگر تغییر می‌کند و در طول زمان نیز تغییر می‌کند ولی از کشوری به کشور دیگر تغییر نمی‌کند. با توجه به نمودار ۴ درجه پیچیدگی صنایع در دامنه ۱,۱ تا -۱,۱- به ترتیب پیچیده‌ترین صنعت تا ساده‌ترین صنعت مرتب شده‌اند. صنعت ماشین‌آلات، کامپیوتر و تجهیزات الکتریکی جز پیچیده‌ترین صنایع هستند. صنعت نفت، مواد غذایی و پوشاک جز ساده‌ترین صنایع می‌باشند.

نمودار (۴): درجه پیچیدگی صنایع کارخانه‌ای در سال ۲۰۱۶



منبع: یافته‌های پژوهش

۳-۴. مدل

در این مقاله تاثیر پیچیدگی بر کارایی در صنعت بر اساس استدلال کاستینوت (۲۰۰۹) که معتقد است پیچیدگی با کارایی صنایع ارتباط دارد، بررسی شده است. برای این منظور از رگرسیون داده‌های تلفیقی برای مجموعه کشورهای توسعه یافته و کمتر توسعه یافته استفاده شده است. بدین منظور معادله زیر را تعریف می‌کنیم:

$$y_i = X_i\beta + i\alpha_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

که y_i و X_i مشاهدات مربوط به T سال برای مقطع i هستند. i یک ماتریس $T \times 1$ است، بنابراین داریم:

$$y = \begin{bmatrix} X & d_1 & d_2 & \dots & d_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ \alpha \end{bmatrix} + \varepsilon$$

با قرار دادن ماتریس $n \times n$ به صورت $D = [d_1 \ d_2 \ \dots \ d_n]$ و جمع‌آوری تمام ردیف‌های nT می‌شود:

$$y = X\beta + D\alpha + \varepsilon \quad (2)$$

که برای برآورد این مدل از روش حداقل مربعات معمولی با متغیرهای مجازی^۱ استفاده می‌شود. اگر برای زمان و مقاطع متغیر مجازی تعریف کنیم رگرسیون برداری ۲ به صورت زیر خواهد بود:

$$y_{it} = X'_{it}\beta + \mu_i + \tau_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

که y_{it} نشان دهنده درجه ناکارایی کشور i در زمان t است. τ_t نشان دهنده عواملی است که در طول زمان در حال تغییر هستند ولی برای همه کشورها در یک زمان ثابت است. این عوامل به عوامل کلان اقتصاد نیز شهرت دارند. در این پژوهش مواردی مانند قیمت نفت و رکود جهانی از این نوع عوامل هستند. برای کنترل این عوامل در معادله ۳ از متغیر مجازی استفاده می‌شود. این پژوهش پنج دوره زمانی به همراه عرض مبدا دارد، پس چهار متغیر مجازی برای کنترل اثر زمان کافی است. μ_i نشان دهنده عواملی است که در بین کشورها متفاوت است و برای یک کشور در طول زمان ثابت است. آنها معرف عوامل اثرات ثابت مقاطع هستند. نوع حکومت و منطقه جغرافیای یک کشور از جمله این عوامل هستند. برای کنترل این عوامل از متغیر مجازی استفاده می‌شود. این پژوهش

¹. least squares dummy variable (LSDV) model

۱۲ کشور دارد که چون همراه با عرض از مبدا است، پس ۱۱ متغیر مجازی تعریف شده است. در معادله ۳ بسته به اینکه τ_t و μ_i در معادله باشند یا نباشند چهار حالت داریم: حالت اول: متغیر τ_t کنترل شود، بنابراین:

$$y_{it} = X'_{it}\beta + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (۴)$$

معادله ۴ روش داده‌های تلفیقی است. متغیرهایی که در طول زمان تغییر می‌کنند اما بین مقاطع ثابت هستند را کنترل می‌کند که به پانل دیتا با اثرات ثابت مقاطع معروف است.

حالت دوم: متغیر μ_i کنترل شود، بنابراین:

$$y_{it} = X'_{it}\beta + \tau_t + \varepsilon_{it} \quad (۵)$$

معادله ۵، متغیرهایی که در بین مقاطع متفاوت ولی در طول زمان ثابت هستند را کنترل می‌کند که معروف به پانل دیتا با اثرات ثابت زمان است.

حالت سوم: در این حالت τ_t و μ_i در معادله حضور دارند که معروف به پانل دیتای دو طرفه یا پانل دیتا با اثرات ثابت مقاطع و زمان است.

$$y_{it} = X'_{it}\beta + \mu_i + \tau_t + \varepsilon_{it} \quad (۶)$$

حالت چهارم: τ_t و μ_i در معادله نباشند، بنابراین:

$$y_{it} = X'_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad (۷)$$

این معادله معروف به روش داده‌های درهم‌آمیخته^۱ است. فرضیه تحقیق حاکی از آن است که رابطه معنی‌داری بین پیچیدگی و درجه ناکارایی وجود دارد و ارتباط آنها به صورت یک معادله درجه دو است. با توجه به اینکه اغلب متغیرهایی که می‌توانند باعث تورش ضریب پیچیدگی شوند توسط τ_t و μ_i کنترل شده‌اند و تنها دو متغیر پیچیدگی و توان دوم پیچیدگی در $X'_{it}\beta$ هستند:

$$X'_{it}\beta = \beta_1 complexity + \beta_2 complexity^2 \quad \text{با جایگذاری در معادله ۶ داریم:}$$

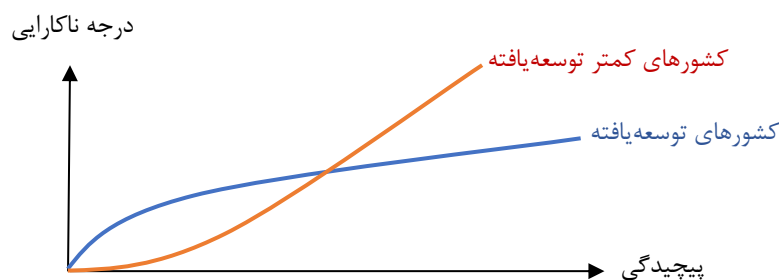
$$Y_{it} = \alpha + \mu_i + \tau_t + \beta_1 complexity + \beta_2 complexity^2 + \varepsilon_{it} \quad (۸)$$

مطابق با نمودار ۵ انتظار بر این است که برای کشورهای توسعه یافته $\beta_2 < 0$ باشد. یعنی در سطح پیچیدگی پایین، درجه ناکارایی افزایش ولی با پیچیده‌تر شدن صنایع، درجه ناکارایی کاهش یابد. در کشورهای کمتر توسعه یافته انتظار بر این است که $\beta_2 > 0$ باشد، یعنی در سطح پیچیدگی پایین، درجه ناکارایی کاهش و با پیچیده‌تر شدن صنایع درجه ناکارایی افزایش یابد. در قسمت بعد معادله ۸ به روش داده‌های

^۱. Pooled

تلفیقی و تکنیک اثرات ثابت برآورد خواهد شد. لازم به ذکر است که آزمون F-لیمر نشان داد که روش درهم‌آمیخته، مدل مناسبی برای تخمین نیست و آزمون‌ها سمن نشان داد که اثرات تصادفی برای این داده‌ها مناسب نیست. به همین دلیل از اثرات ثابت استفاده شد.

نمودار (۵): ارتباط پیچیدگی صنعت و درجه ناکارایی مطابق با فرضیه پژوهش



منبع: یافته‌های پژوهش

این پژوهش بر روی دو گروه از کشورها در بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۸ متمرکز شده است، گروه اول کشورهای توسعه یافته شامل آلمان، فرانسه، سوئد، آمریکا، اتریش و یونان و گروه دوم کشورهای کمتر توسعه یافته شامل اردن، آذربایجان، اکادور، ایران و کره هستند. دلیل انتخاب این کشورها وجود اطلاعات آماری منظم و قابل اتکا از یک طرف و از طرف دیگر نمایندگی مناسب برای جامعه کشورهای توسعه یافته و کمتر توسعه یافته بوده است. در بانک اطلاعاتی سالنامه بین‌المللی آمار صنعتی سازمان ملل برای بسیاری از کشورها، داده‌های نیروی کار، سرمایه و تولید به طور منظم و کامل در طول زمان ارائه نشده است، به همین دلیل به داده‌های داوژده کشور در طول ۸ سال بسنده شد. در ضمن انتخاب دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۸ به دلیل انتشار داده‌های کشورها در سالنامه بین‌المللی آمار صنعتی سازمان ملل است. آخرین نسخه مربوط به سال ۲۰۲۰ است که اطلاعات آن تا سال ۲۰۱۸ است.

۴. برآورد مدل و تحلیل یافته‌ها

نتایج حاصل از برآورد معادله ۸ برای شش کشور توسعه یافته در جدول ۱ در پیوست ۲ آمده است. ملاحظه می‌شود که با کنترل عوامل ثابت زمان و مقطع اثر پیچیدگی بر

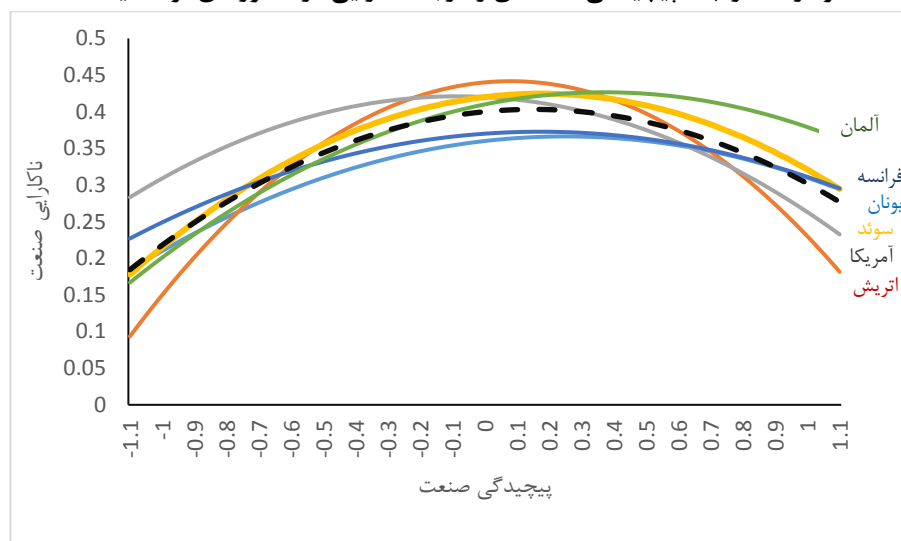
درجه ناکارایی تا آستانه مشخصی مثبت و سپس منفی است. به عبارت دیگر ضریب توان دوم پیچیدگی منفی و از نظر آماری در سطح ۹۹ درصد معنادار است. در برآورد این ضریب دو بعد زمان و کشور کنترل شده است، به عبارت دیگر در معادله ۸، μ_t و τ_t عوامل تفاوت کشورها و تفاوت دوره زمانی است که کنترل شده اند. عوامل بین کشوری مانند نوع حاکمیت، شرایط جغرافیای کشورها و ... هستند و عوامل دوره زمانی مواردی مثل رکود جهانی، تغییر قیمت سوخت در دنیا و ... است. نکته مهم اینکه وقتی معادله ۸ برای مجموعه کشورها برآورد می شود عوامل بین صنایع کنترل نمی شود زیرا درجه پیچیدگی برای یک صنعت در همه کشورها یکسان است^۱. برآورد مدل برای تک تک کشورها نیز انجام شده است. در اینجا μ_t و τ_t نشان دهنده عوامل صنعت و زمان در یک کشور هستند. به عبارت دیگر وقتی معادله ۸ برای یک کشور برآورد می شود عوامل تاثیرگذار بر ناکارایی که در بین صنایع یک کشور متفاوت هستند با μ_t کنترل می شود و عواملی که در طول زمان برای صنایع یک کشور تغییر می کند، توسط τ_t کنترل می شود. در نمودار ۶ رابطه بین درجه ناکارایی و پیچیدگی برای شش کشور توسعه یافته شبیه سازی شده است. سطح پیچیدگی که از آن پس درجه ناکارایی کاهش می یابد در زیر نمودار برای هر کشور مشخص است. برای مجموعه این کشورها نقطه مذکور درجه پیچیدگی ۰,۲ را نشان می دهد. رابطه بین درجه ناکارایی و پیچیدگی صنعت برای مجموعه کشورهای توسعه یافته به شکل نقطه چین نشان داده شده است.

نتایج برآورد معادله ۸ برای شش کشور کمتر توسعه یافته نیز در جدول ۱ آمده است. با کنترل عوامل ثابت زمان و مقطع اثر پیچیدگی بر درجه ناکارایی تا آستانه مشخصی منفی و از آن پس مثبت است. به عبارت دیگر ضریب توان دوم پیچیدگی مثبت و از نظر آماری در سطح ۹۹ درصد معنادار است. برآورد مدل برای تک تک کشورها نیز انجام شده است به طوری که ابتدا با افزایش پیچیدگی صنعت، درجه ناکارایی کاهش و سپس افزایش می یابد. در نمودار ۷ رابطه بین درجه ناکارایی و پیچیدگی برای شش کشور کمتر توسعه یافته شبیه سازی شده است. سطح پیچیدگی که از آن پس درجه ناکارایی افزایش می یابد در زیر نمودار برای هر کشور مشخص است. برای مجموعه این کشورها میانگین نقطه مذکور درجه پیچیدگی ۰,۶۹- است. رابطه بین درجه ناکارایی و پیچیدگی صنعت برای مجموعه کشورهای کمتر توسعه یافته به شکل نقطه چین نشان

^۱ برای مثال درجه پیچیدگی خودرو براساس وب سایت پیچیدگی اقتصادی دانشگاه هاروارد برابر ۰,۸ است و درجه پیچیدگی صنعت پوشاک ۱- است. این دو عدد با تغییر کشور تغییر نمی کند.

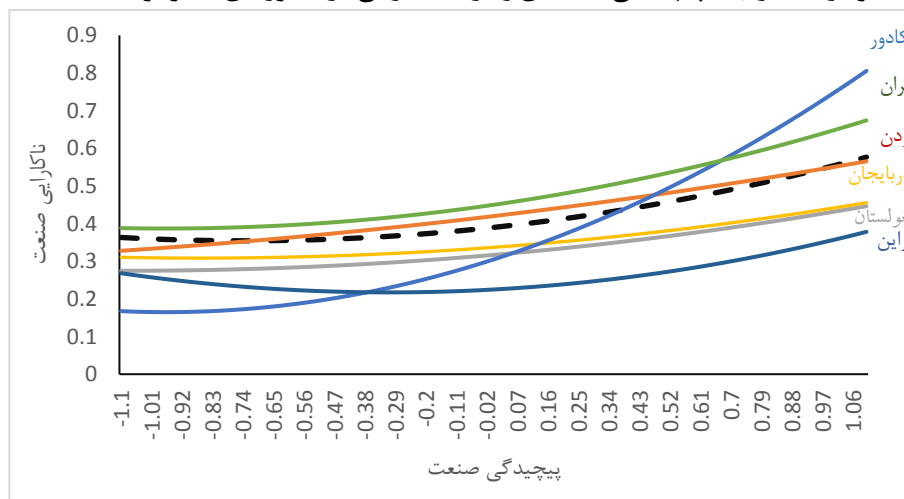
داده شده است. با مشاهده ضرایب منفی T_2 و T_3 در می‌یابیم که اولاً، ضرایب در سطح ۹۹ درصد معنادار هستند. دوماً، درجه ناکارایی در طول زمان کاهش پیدا کرده است. در نمودارهای ۶، ۷، ۸ و ۹ محور عمودی درجه ناکارایی صنعت است که از روش DEA بدست آمده است و محور افقی درجه پیچیدگی صنعت است که از میانگین پیچیدگی محصولات مربوط به هر صنعت بدست آمده است.

نمودار (۶): رتباط پیچیدگی اقتصادی و درجه ناکارایی در کشورهای توسعه یافته



منبع: یافته‌های پژوهش

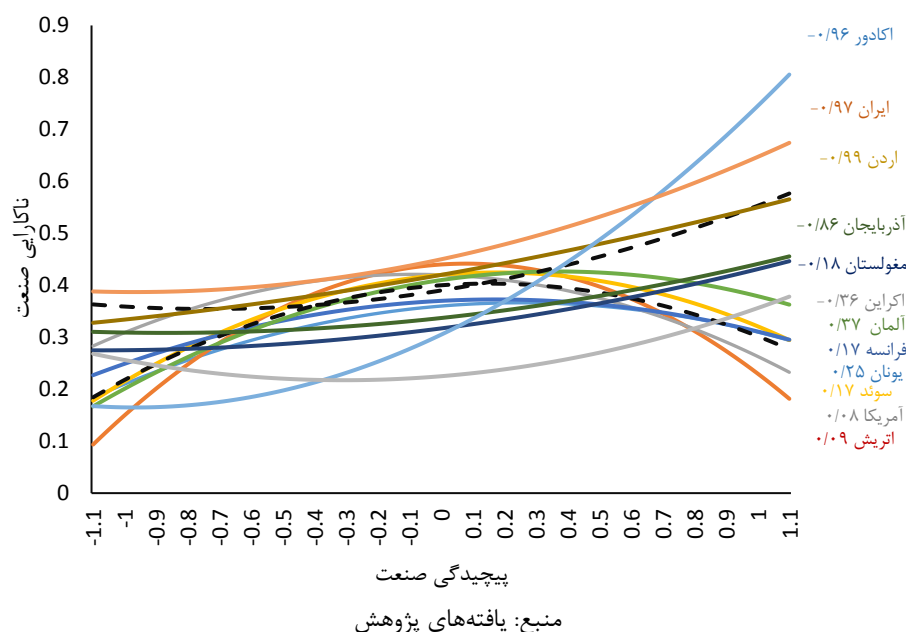
نمودار (۷): ارتباط پیچیدگی اقتصادی و درجه ناکارایی در کشورهای کمتر توسعه یافته



منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس نمودار ۸ که ترکیب نمودارهای ۶ و ۷ می‌باشد، درجه پیچیدگی که از آن پس درجه ناکارایی برای کشورهای توسعه‌یافته و کشورهای کمتر توسعه‌یافته به ترتیب کاهش و افزایش می‌یابد، در کنار نام هر کشور آورده شده است.

نمودار (۸): ارتباط پیچیدگی اقتصادی و درجه ناکارایی در کشورهای توسعه‌یافته و کمتر توسعه‌یافته



سازگاری یافته‌ها و مزیت نسبی

برای تشخیص اینکه کشورهای توسعه‌یافته و کمتر توسعه‌یافته در چه کالاهایی مزیت نسبی دارند، لازم است نمودار شبیه‌سازی شده رابطه بین پیچیدگی صنایع و درجه ناکارایی صنعت در هر دو گروه از کشورها با هم ترسیم شود. بر اساس نمودار ۹ در گروه کشورهای توسعه‌یافته با افزایش پیچیدگی ابتدا درجه ناکارایی با شیب کاهنده افزایش و در آستانه پیچیدگی ۰,۲ کاهش می‌یابد. در حالی که در گروه کشورهای کمتر توسعه‌یافته تا آستانه پیچیدگی ۰,۶۹ - درجه ناکارایی کاهش یافته و از آن پس افزایش می‌یابد. نکته بسیار مهم در این نمودار، تقاطع این دو منحنی است. مختصات این تقاطع در سطح پیچیدگی ۰,۴۸ و درجه ناکارایی ۰,۴ است.

با توجه به اینکه شاخص پیچیدگی همه محصولات در دامنه ۱,۱- تا ۱,۱ است. بنابراین درجه ناکارایی در کشورهای توسعه‌یافته برای صنایع با پیچیدگی در دامنه ۱,۱- الی

۰,۴۸ بالاتر از کشورهای کمتر توسعه‌یافته است. این یافته مهم بیان می‌کند که کشورهای کمتر توسعه‌یافته در صنایع که پیچیدگی آنها در دامنه ۱,۱- الی ۰,۴۸ است، مزیت نسبی دارند. از سطح پیچیدگی ۰,۴۸ تا ۱,۱ درجه ناکارایی کشورهای کمتر توسعه‌یافته بیشتر از کشورهای توسعه‌یافته است. هرچه سطح پیچیدگی افزایش می‌یابد، شکاف درجه ناکارایی میان این دو گروه بیشتر می‌شود. نتیجه اینکه کشورهای توسعه‌یافته در صنایع که پیچیدگی آنها در دامنه ۰,۴۸ تا ۱,۱ است، مزیت نسبی دارند. بنابراین یکی از علت‌های اینکه کشورهای کمتر توسعه‌یافته در کالاهای پیچیده در صنایع با پیچیدگی زیاد مزیت نسبی ندارند، بالا بودن درجه ناکارایی در تولید کالاهای پیچیده است. پس کشورهای توسعه‌یافته در تولید کالاهای پیچیده مانند ماشین‌آلات، کامپیوتر، تجهیزات الکتریکی و... مزیت نسبی دارند و در تجارت بین‌الملل این کالاها را به کشورهای کمتر توسعه‌یافته صادر می‌کنند. در حالی که کشورهای کمتر توسعه‌یافته در صنایعی با پیچیدگی پایین از جمله پوشاک، مواد غذایی، محصولات نفتی، چرم و... مزیت نسبی دارند و این کالاها را به کشورهای توسعه‌یافته صادر می‌کنند. نکته مهم اینکه، درالگوی تجارت بین این دو گروه، منافع کشورهای توسعه‌یافته بیشتر است زیرا کالاهای پیچیده دارای ارزش افزوده بالاتر نسبت به کالاهای ساده هستند.

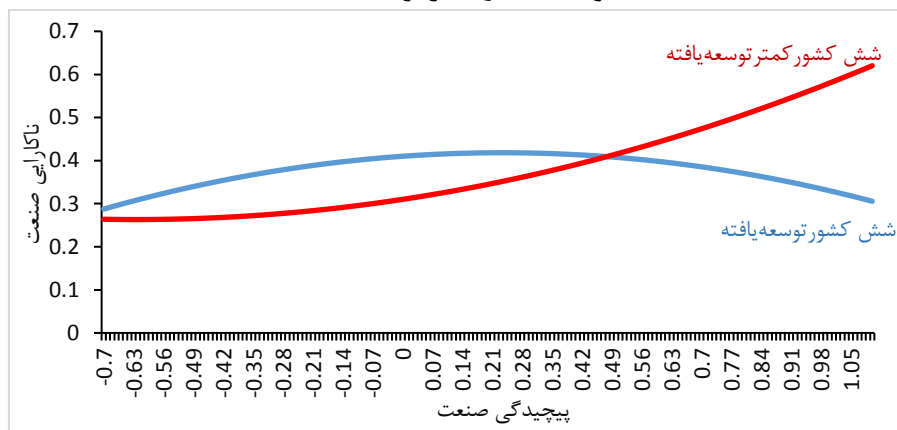
برای تطبیق نتایج مدل با داده‌های تجربی و واقعی از اطلاعات آنکتاد^۱ که RCA کالاهای گوناگون در کشورهای متفاوت در آن موجود است، استفاده شده است. بر اساس شاخص RCA^۲ مشخص می‌شود که کشورهای توسعه‌یافته در کالاهای پیچیده مزیت نسبی دارند و کشورهای کمتر توسعه‌یافته در کالاهای ساده مزیت نسبی دارند. برای مثال، در سال ۲۰۱۶، RCA در صنعت ماشین‌آلات برای دو کشور آلمان و اتریش به ترتیب برابر با ۱.۹ و ۲.۲ بوده است. به همین ترتیب RCA محصولات شیمیایی برای کشور آلمان و اتریش به ترتیب برابر با ۱.۶ و ۱.۵ بوده است. این اعداد نشان می‌دهند دو کشور آلمان و اتریش در دو صنعت بسیار پیچیده یعنی ماشین‌آلات و شیمیایی دارای مزیت نسبی آشکار شده هستند. در مقابل دو کشور ایران و اکوادور در صنایع کمتر پیچیده یعنی صنعت نفت و صنعت مواد غذایی دارای مزیت نسبی آشکار شده هستند. زیرا RCA در صنعت نفت به ترتیب برای دو کشور ایران و اکوادور برابر با ۹.۷ و ۴.۲ و

^۱. <https://unctadstat.unctad.org>

^۲. بالاسا در سال ۱۹۶۵ Revealed Comparative Advantage (RCA) را به عنوان نسبت سهم صادرات محصول در هر کشور به سهم صادرات همان محصول در بازار جهانی تعریف کرد که شاخصی برای مزیت نسبی محصول (صنعت) است.

در صنعت مواد غذایی غذایی برابر با ۲.۴ و ۱۵.۲ می باشد که این نشان از مزیت نسبی آشکار شده این دو کشور در صنایع مذکور است.

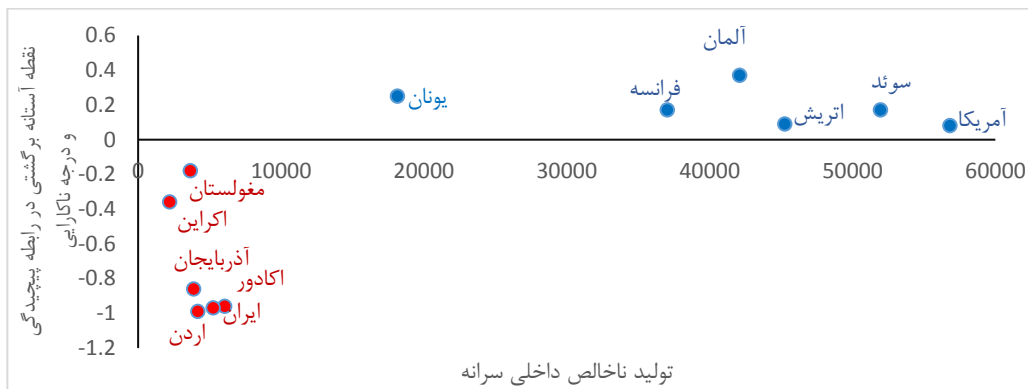
نمودار (۹): شبیه سازی ارتباط پیچیدگی اقتصادی و درجه ناکارایی برای کشورهای توسعه یافته و کمتر توسعه یافته



منبع: یافته‌های پژوهش

در نمودار ۱۰ ارتباط پیچیدگی اقتصادی و تولید ناخالص داخلی سرانه کشورها نمایش داده شده است و نقاطی که سطح پیچیدگی اقتصادی برای گروه کشورهای توسعه یافته و گروه کشورهای کمتر توسعه یافته که از آن پس درجه ناکارایی کاهش یا افزایش می یابد در محور عمودی آمده است. این یافته نشان می دهد که در کشورهای فقیر سطح برگشتی درجه ناکارایی در نقطه ای است که درجه پیچیدگی صنایع منفی است. در مقابل در کشورهای غنی سطح برگشتی درجه ناکارایی در نقطه ای است که درجه پیچیدگی صنایع مثبت است. از نمودار ۱۰ و جدول ۱ نتیجه می شود که رابطه پیچیدگی و درجه ناکارایی در کشورهای فقیر به شکل سهمی است که مینیمم دارد و نقطه مینیمم آن منفی است. اما در کشورهای غنی به شکل سهمی است که ماکزیمم دارد و نقطه ماکزیمم آن مثبت است.

نمودار (۱۰): ارتباط پیچیدگی صنعت و تولید ناخالص داخلی سرانه کشورها



منبع: یافته‌های پژوهش

۵. نتیجه‌گیری و چه باید کرد؟

اساس تجارت بر مبنای مزیت نسبی و منافع حاصل از آن شکل گرفته است. درجه ناکارایی و پیچیدگی اقتصادی منابع مکمل و منشا مزیت نسبی می‌باشند. دانش معرف پیچیدگی اقتصادی و نهادهای با کیفیت، کاهنده درجه ناکارایی هستند. جهت بررسی الگوی تجارت می‌توان نتیجه گرفت که تولید کالاهای پیچیده نیازمند شکل‌گیری تیم‌ها و گروه‌های بزرگ است. پس ممکن است دو کشور در تکنولوژی و دانش تولید شرایط یکسان داشته باشند ولی در کیفیت نهادها با هم متفاوت باشند. در نتیجه کشوری که دارای نهادهای بهتری است، مزیت نسبی در تولید کالاهای پیچیده خواهد داشت و در تجارت بین‌الملل منافع بیشتری کسب خواهد کرد، زیرا کالاهای پیچیده با ارزش افزوده بالا تولید و صادر می‌کند. بنابراین با در اختیار داشتن تنها یکی از این دو مولفه یعنی دانش که منشا پیچیدگی اقتصادی است یا نهاد با کیفیت که منشا درجه ناکارایی پایین است، نمی‌توان به مزیت نسبی در تولید کالاهای پیچیده دست یافت، بلکه نیاز همزمان به دانش تولید و از آن مهم‌تر نیاز به نهادها یا شبکه‌هایی که با درجه ناکارایی پایین در کنارهم قرار گیرند تا بتوانند در تولید کالاهای پیچیده با ارزش افزوده بالا مزیت نسبی به دست آورند.

در این پژوهش مزیت نسبی کشورها در صنایع مختلف از دو منظر پیچیدگی اقتصادی و درجه ناکارایی برای دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۸ با استفاده از روش رگرسیون داده‌های تلفیقی با تکنیک اثرات ثابت مورد بررسی قرار گرفت. به علت محدودیت داده‌ها، دوازده کشور در دو گروه کشورهای توسعه‌یافته شامل آلمان، فرانسه، سوئد، آمریکا، اتریش و

یونان و کشورهای کمتر توسعه یافته شامل ایران، اکراین، اردن، اکادور، آذربایجان و مغولستان طبقه بندی شدند و ارتباط بین پیچیدگی اقتصادی و درجه ناکارایی برای تک تک کشورها و همچنین برای مجموعه کشورهای بررسی شد. یافته ها نشان می دهد که رابطه بین درجه ناکارایی و سطح پیچیدگی صنعت در کشورهای توسعه یافته به شکل منحنی مقعر و در کشورهای کمتر توسعه یافته به شکل منحنی محدب است. با افزایش پیچیدگی، درجه ناکارایی در کشورهای توسعه یافته تا آستانه پیچیدگی ۰.۲ افزایش و در ادامه کاهش می یابد اما در کشورهای کمتر توسعه یافته تا آستانه پیچیدگی ۰.۶۹- کاهش و از آن به بعد افزایش می یابد. محل تقاطع دو منحنی شبیه سازی شده برای دو گروه از کشورها در سطح پیچیدگی ۰.۴۸ به دست آمد. بنابراین با توجه به اینکه شاخص پیچیدگی صنعت در دامنه ۱.۱- تا ۱.۱ است، درجه ناکارایی در کشورهای توسعه یافته برای صنایع با پیچیدگی در دامنه ۱.۱- الی ۰.۴۸ بالاتر از کشورهای کمتر توسعه یافته است پس کشورهای کمتر توسعه یافته مزیت نسبی دارند. در سطح پیچیدگی ۰.۴۸ تا ۱.۱ درجه ناکارایی کشورهای کمتر توسعه یافته بیشتر از کشورهای توسعه یافته است. هرچه سطح پیچیدگی افزایش می یابد، شکاف درجه ناکارایی میان این دو گروه بیشتر می شود. نتیجه اینکه کشورهای توسعه یافته در صنایع که پیچیدگی آنها در دامنه ۰.۴۸ تا ۱.۱ است، مزیت نسبی دارند. بنابراین یکی از علت های اینکه کشورهای کمتر توسعه یافته در صنایع با پیچیدگی زیاد مزیت نسبی ندارند، بالا بودن درجه ناکارایی در تولید کالاهای پیچیده است. پس کشورهای توسعه یافته در تولید کالاهای پیچیده مانند ماشین آلات، کامپیوتر، خودرو و... مزیت نسبی دارند و در تجارت بین الملل این کالاها را به کشورهای کمتر توسعه یافته صادر می کنند. در حالی که کشورهای کمتر توسعه یافته در صنایعی با پیچیدگی پایین از جمله پوشاک، مواد غذایی، محصولات نفتی، چرم و... مزیت نسبی دارند و این کالاها را به کشورهای توسعه یافته صادر می کنند. نکته مهم اینکه، درالگوی تجارت بین این دو گروه، منافع کشورهای توسعه یافته بیشتر است زیرا کالاهای پیچیده دارای ارزش افزوده بالاتر نسبت به کالاهای ساده هستند. نتیجه اینکه، کشورهای کمتر توسعه یافته نمی توانند کالاهای پیچیده تولید کنند زیرا که با درجه ناکارایی فزاینده روبرو هستند. در مطالعات مشابه انجام شده جهت بررسی علت مزیت نسبی کشورها، گاهی پیچیدگی اقتصادی به عنوان علت اصلی یا گاهی کیفیت نهادی به عنوان علت اصلی مزیت نسبی کشورها مورد بررسی قرار گرفته است. در حالیکه در این پژوهش پیچیدگی اقتصادی و شاخص ناکارایی به طور همزمان مورد

بررسی قرار گرفته‌اند. جهت پاسخ به پرسش «چه باید کرد؟» می‌توان گفت که بایستی مزیت نسبی در تولید کالاهای پیچیده کسب کرد که دارای ارزش افزوده بالا و منافع بیشتری است. جهت ایجاد مزیت نسبی مطابق با این پژوهش بایستی توجه و نگاه ویژه به دو منشا آن داشت زیرا که پیچیدگی اقتصادی و درجه ناکارایی، منابع مکمل مزیت نسبی هستند. دانش منشا پیچیدگی اقتصادی است و نهادهای با کیفیت به عنوان منشا کاهنده درجه ناکارایی هستند. بنابراین جهت بهبود شرایط به پیشرفت دانش و افزایش کیفیت نهادها به طور همزمان بایستی پرداخت.

مهمترین پیشنهاد سیاستی این تحقیق این است که دولت نقشه راه پیچیدگی اقتصادی ایران را ترسیم کند و در این مسیر مهمترین وظیفه دولت و حاکمیت بهبود کیفیت نهادهای اقتصادی و سیاسی در کشور است. نکته بسیار مهم اینکه، بدون بهبود کیفیت نهادهای حاکمیتی، ارتقا تکنولوژی، نمی‌توان درجه پیچیدگی صنایع کشور را بهبود داد. کیفیت نهادها از اصلاح مقررات تا بهبود فضای کسب و کار، ایجاد فضای رقابتی و مبارزه با انحصار، بهبود مقررات دستمزد، قانون کار و هرگونه اصلاح مقررات که باعث کاهش هزینه مبادله شود، محرک‌هایی برای افزایش کیفیت نهادها هستند. فراتر از همه، تلاش برای افزایش شاخص‌های حکمرانی مانند شفافیت، ثبات سیاسی، فساد و ... می‌تواند درجه پیچیدگی کشور را افزایش دهد. در این صورت فرایند زنجیره تولید و توزیع تسهیل می‌شود که این امر باعث افزایش تنوع محصولات صادراتی می‌شود.

منابع:

چشمی، علی و ملک‌الساداتی، سید سعید (۱۳۹۲)، شاخص پیچیدگی اقتصادی و ارتباط آن با ساختار نهادی تولید مقایسه تطبیقی ایران، کره و ترکیه، اولین همایش توسعه پایدار با رویکرد بهبود محیط کسب و کار.

دوبلی، رولف (۱۳۹۴)، هنر شفاف اندیشیدن، ترجمه عادل فردوسی پور، بهزاد توکلی و علی شهروزی، چاپ دوم، نشر چشمه.

سپهردوست، حمید، داوری کیش، راضیه و ستاره ئی، مریم (۱۳۹۹). نقش دولت در پیچیدگی اقتصادی کشورهای در حال توسعه؛ آزمون نظریه رشد نامتوازن بامول، فصلنامه علمی پژوهشی اقتصاد مقداری، ۱۷(۳): ۱۱۷-۱۴۳.

مهرگان، نادر، تارتار، محسن و داوری کیش، راضیه (۱۴۰۰)، تقویت بهره‌وری و عوامل موثر بر پیچیدگی اقتصادی؛ با تاکید بر کارایی، فصلنامه پژوهشها و سیاستهای اقتصادی، ۲۹(۹۸): ۳۵۵-۳۸۷.

هاسمن، ریکاردو، هیدالگو، سزار، بوتوس، سیاستان، کوسیا، مایکل، چانگ، سارا، جمیز، جوان، سیموس، الکساندر، و آیلدریم، محمد (۱۳۹۷)، اطلس پیچیدگی اقتصادی، ترجمه بهروز شاهمرادی، چاپ اول، شرکت چاپ و نشر بازرگانی.

الهی، ناصر، حیدری، حسن، کیاالحسینی، سید ضیا الدین، ابوالحسنی چیمه، محمد امین (۱۳۹۷)، پیچیدگی اقتصادی و عوامل نهادی (مقایسه میان کشورهای توسعه یافته، نوظهور و در حال توسعه)، مدل‌سازی اقتصادسنجی، ۳(۳): ۳۷-۱۱.

هیدالگو، سزار (۱۳۹۵)، چرا اطلاعات رشد می‌یابد؟ تکامل نظم، از اتم‌ها تا اقتصادها، ترجمه بهروز شاهمرادی، چاپ اول، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.

Acemoglu, D., Gallego, F. A. & Robinson, J. A. (2014), Institutions, human capital, and development. *Annu. Rev. Econ.*, 6(1): 875-912.

Acemoglu, D. & Johnson, S. (2005), Unbundling institutions. *Journal of political Economy*, 113(5): 949-995.

Acemoglu, D., Johnson, S. & Robinson, J. A. (2001), The colonial origins of comparative development: An empirical investigation. *American economic review*, 91(5): 1369-1401.

Balassa, B. (1965), Trade liberalisation and “revealed” comparative advantage 1, *The Manchester school*, 33(2): 99-123.

Baltagi, B. H. & Baltagi, B. H. (2008), *Econometric analysis of panel data* (Vol. 4), Chichester: John Wiley & Sons.

Banker, R. D., Charnes, A. & Cooper, W. W. (1984), Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management science*, 30(9): 1078-1092.

Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978), Measuring the efficiency of decision-making units, *European journal of operational research*, 2(6): 429-444.

Costinot, A. (2009), On the origins of comparative advantage, *Journal of International Economics*, 77(2): 255-264.

Ebi, B. O. & Eke, F. A. (2018), Institutional quality and economic diversification in oil-rich economies: a case study of Nigeria, *J. Econ. Sustain. Dev.*, 19(14): 57-62.

Erkan, B. & Yildirimci, E. (2015), Economic complexity and export competitiveness: The case of Turkey, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195: 524-533.

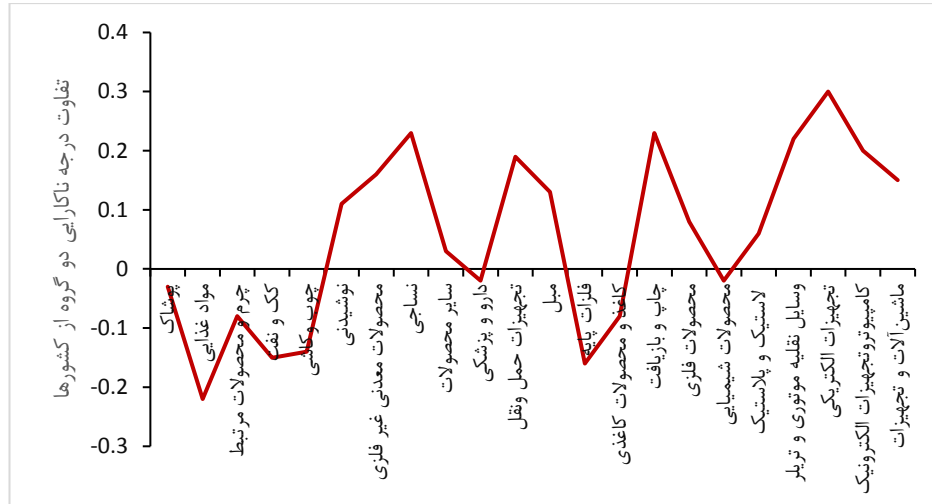
Greene, W. H. (2003), *Econometric analysis*, Pearson Education India.

Harvard, C. I. D. (2019), *The Atlas of Economic Complexity*.

- Kočenda, E. & Poghosyan, K. (2018), Export sophistication: A dynamic panel data approach, *Emerging Markets Finance and Trade*, 54(12): 2799-2814.
- Krugman, P. R. & Obstfeld, M. (2009), *International economics: Theory and policy*, Pearson Education.
- La Porta, R., Lopez-de-Silanes, F., Shleifer, A. & Vishny, R. W. (1997), Legal determinants of external finance, *The journal of finance*, 52(3): 1131-1150.
- Levchenko, A. A. (2007), Institutional quality and international trade, *The Review of Economic Studies*, 74(3): 791-819.
- Moreno-Casas, V. & Bagus, P. (2022), Dynamic efficiency and economic complexity, *Economic Affairs*, 42(1): 115-134.
- MOUSSIR, C. E. & LIOUAEDDINE, M. (2022), Economic complexity and technical efficiency in developing countries: an empirical analysis, *Repčreset Perspectives Economiques*, 6(1).
- Nunn, N. (2007), Relationship-specificity, incomplete contracts, and the pattern of trade, *The Quarterly Journal of Economics*, 122(2): 569-600.
- North, D. C. (1990), *Institutions, institutional change and economic performance*, Cambridge university press.
- Ohlin, B. (1935), *Interregional and international trade*. Harvard University Press, Cambridge.
- Pérez-Lara, M., Saucedo-Martínez, J. A., Marmolejo-Saucedo, J. A., Salais-Fierro, T. E. & Vasant, P. (2018), Vertical and horizontal integration systems in Industry 4.0, *Wireless Networks*, 1-9.
- Tone, K. (2001), A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis, *European journal of operational research*, 130(3): 498-509.
- Tone, K., Chang, T. S. & Wu, C. H. (2020), Handling negative data in slacks-based measure data envelopment analysis models, *European Journal of Operational Research*, 282(3): 926-935.
- UNIDO (2012-2020), *International Yearbook of Industrial Statistics 2012*, Edward Elgar Pub.
- UNCTADstat (2020), *UNCTADstat*, United Nations Conference on Trade and Development
- Vu, T. (2019), Does institutional quality foster economic complexity?, Available at SSRN 3509939.
- Williamson, O. E. (1971), The vertical integration of production: market failure considerations, *The American Economic Review*, 61(2): 112-123.

پیوست‌ها:

نمودار (۳): شکاف درجه ناکارایی کشورهای کمتر توسعه یافته و توسعه یافته



منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۱: برآورد معادله ۵ برای شش کشور توسعه یافته و شش کشور کمتر توسعه یافته (متغیر وابسته درجه ناکارایی صنایع در این کشورها است)

متغیر مستقل	کشور توسعه یافته ^۱	آلمان ^۲	فرانسه ^۲	سوئد ^۲	آمریکا ^۲	اتریش ^۲	یونان ^۲	کشور کمتر توسعه یافته ^۱	اردن ^۲	آذربایجان ^۲	مغولستان ^۲	اکادور ^۲	ایران ^۲	اکراین ^۲
λ	۰.۴۲*** (۰.۰۲)	۰.۳*** (۰.۰۶)	۰.۳۷*** (۰.۰۵)	۰.۴*** (۰.۰۶)	۰.۴۲*** (۰.۰۶)	۰.۴۴*** (۰.۰۷)	۰.۳*** (۰.۰۵)	۰.۳۷*** (۰.۰۳)	۰.۴*** (۰.۰۷)	۰.۳۳*** (۰.۰۶)	۰.۳۱*** (۰.۰۷)	۰.۳*** (۰.۰۶)	۰.۴۶*** (۰.۰۶)	۰.۲۲*** (۰.۰۴)
Complexity y (شاخص پیچیدگی)	۰.۰۴*** (۰.۰۱)	۰.۱۳*** (۰.۰۴)	۰.۰۳*** (۰.۰۲)	۰.۰۵* (۰.۰۴)	-۰.۰۲ (۰.۰۴)	۰.۰۴** (۰.۰۵)	۰.۰*** (۰.۰۳)	۰.۰۷*** (۰.۰۱)	۰.۱*** (۰.۰۴)	۰.۰۶* (۰.۰۴)	-۰.۰۷ (۰.۰۵)	۰.۱۶** (۰.۰۴)	۰.۱۴*** (۰.۰۴)	۰.۰۵** (۰.۰۳)
Complexity y ² (توان دوم شاخص پیچیدگی)	-۰.۱۳*** (۰.۰۲)	-۰.۰۲ (۰.۰۸)	۰.۰۹*** (۰.۰۷)	۰.۱۵** (۰.۰۸)	-۰.۱۳* (۰.۰۸)	۰.۲۵*** (۰.۰۹)	-۰.۱* (۰.۰۶)	۰.۰۴*** (۰.۰۳)	۰.۰۲ (۰.۰۸)	۰.۰۳* (۰.۰۸)	۰.۰۳* (۰.۰۹)	۰.۰*** (۰.۰۷)	۰.۰۴** (۰.۰۸)	۰.۰۸*** (۰.۰۵)
T ₂	-۰.۰۹*** (۰.۰۲)	۰.۱۴** (۰.۰۸)	۰.۰۶*** (۰.۰۷)	۰.۱۵** (۰.۰۸)	۰.۲۲*** (۰.۰۸)	-۰.۲۴ (۰.۰۹)	-۰.۰۲ (۰.۰۶)	-۰.۰۲* (۰.۰۳)	-۰.۱** (۰.۰۸)	-۰.۰۲ (۰.۰۸)	-۰.۰۵ (۰.۰۹)	-۰.۰۴ (۰.۰۷)	۰.۱۴*** (۰.۰۸)	-۰.۰۰ (۰.۰۵)
T ₃	-۰.۰۶*** (۰.۰۲)	-۰.۱* (۰.۰۸)	-۰.۰۲* (۰.۰۷)	۰.۰۸* (۰.۰۸)	۰.۲۴*** (۰.۰۸)	۰.۱۱* (۰.۰۹)	-۰.۰۳ (۰.۰۶)	-۰.۰۰ (۰.۰۳)	-۰.۰۳ (۰.۰۸)	۰.۰۸* (۰.۰۸)	-۰.۰۱ (۰.۰۹)	۰.۰*** (۰.۰۷)	۰.۱۱*** (۰.۰۸)	-۰.۰۰ (۰.۰۵)
اثرات ثابت مقاطع			-۰.۰۶ (۰.۰۲)	۰.۰۵** (۰.۰۳)	۰.۰۸*** (۰.۰۳)	۰.۰۵ (۰.۰۲)	۰.۰۱ (۰.۰۴)			۰.۰۸*** (۰.۰۳)	-۰.۰۱ (۰.۰۳)	-۰.۱۸ (۰.۰۲)	۰.۱۳*** (۰.۰۳)	۰.۱۱*** (۰.۰۳)
R ²	۰.۲۱	۰.۳۶	۰.۱	۰.۳	۰.۳۱	۰.۲۹	۰.۵۲	۰.۲۴	۰.۳	۰.۱۶	۰.۱۱	۰.۴	۰.۲۳	۰.۱۸
مشاهدات	۵۵۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۵۵۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰

اعداد داخل پرانتز در زیر ضرایب نشان دهنده انحراف معیار است. علامت * نشان دهنده معناداری در سطح ۱۰ درصد، ** نشان دهنده معناداری در سطح ۵ درصد و *** نشان دهنده معناداری در سطح ۱ درصد است.

۱- در برآورد مجموعه کشورها μ_t و τ_t در معادله ۸ کنترل کننده عوامل متفاوت بین کشورها و زمان هستند. ۲- در برآورد یک کشور به تنهایی μ_t و τ_t در معادله ۸ عوامل بین صنایع در یک کشور و تغییر دوره زمانی را کنترل می کنند.