Economic Growth and Development Research *Open Access*

Spring (2024) 14(54): 83-101

DOI: 10.30473/egdr.2023.65067.6565

ORIGINAL ARTICLE

Effect of World Trade Centrality Indicators on Economic Growth: the Approach of Weighted Complex Networks (Case Study: Chosen Countries of Asia and CIS)

Mohammareza Lali[1], *Saeed Daei-Karimzadeh[2], Farzad Karimi[3]

1. PhD Student, Department of Economics, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
2. Associate Professor, Department of Economics, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
3. Associate Professor, Department of Management, Mobarekeh Branch, Islamic Azad University, Mobarekeh, Iran

Correspondence
Saeed Daei-Karimzadeh
Email:Saeedkarimzade@yahoo.com

Received: 13/Aug/2022
Accepted: 12/Jun/2023

How to cite:
Lali, M. R., Daei-Karimzadeh, S. & Karimi, F. (2024). Effect of World Trade Centrality Indicators on Economic Growth: the Approach of Weighted Complex Networks (Case Study: Chosen Countries of Asia and CIS). Economic Growth and Development Research, 14(54), 83-101.
(DOI: 10.30473/egdr.2023.65067.6565)

ABSTRACT

Recent studies on complex networks in international trade show the number of partners; trade intensity, indirect trade connections and the central position of each partner in the trade network have significant effects on economic growth. The network analysis approach in investigating the effect of trade on economic growth, unlike conventional methods, can identify and measure indirect trade relations (intermediary countries in trade) in international interactions. This research aims to investigate world trade centrality indicators' effects on economic growth using panel data of 42 chosen countries of Asia and CIS, in two steps. At first, the weighted directional matrices of trade were made and then the centrality indices of the countries were calculated for the selected years according to a complex network approach. Then the effect of the aforementioned indices as an explanatory variable of trade on economic growth has been investigated, and these were compared with the effect of the trade openness index.The results of the research show that compared to the conventional indicator of the trade openness index, the centrality indicators of the world trade network show a better explanation of economic growth while having more effect. Among these, the closeness centrality (due to having a core role in the network and the entanglement of trade relations) and the eigenvector centrality (due to establishing relationships with countries that are connected with important partners in the network) have more effects on economic growth.

KEYWORDS

Centrality Indicators, Complex Networks, Economic Growth, International Trade.
JEL Classificaton: D85, F14, O40.

Copyright © 2024 The Authors. Published by Payame Noor University.
This work is licensed under Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی

سال چهاردهم، شماره پنجاه و چهار، بهار ۱۴۰۲ (۱۰۱-۸۳)

DOI: 10.30473/egdr.2023.65067.6565

«مقاله پژوهشی»

اثر شاخص‌های مرکزیت تجارت جهانی بر رشد اقتصادی: رهیافت شبکه‌های پیچیده وزنی (مورد مطالعه کشورهای منتخب آسیا و CIS)

محمدرضا لعلی[۱]، *سعید دائی کریم‌زاده[۲]، فرزاد کریمی[۳]

۱ دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

۲. دانشیار گروه علوم اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

۳. دانشیار اقتصاد بین‌الملل، گروه مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مبارکه، مبارکه، ایران.

نویسنده مسئول:

سعید دائی کریم‌زاده

رایانامه:

Saeedkarimzade@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۰

استناد به این مقاله:

لعلی، محمدرضا؛ دائی کریم‌زاده، سعید و کریمی، فرزاد. (۱۴۰۳). اثر شاخص‌های مرکزیت تجارت جهانی بر رشد اقتصادی: رهیافت شبکه‌های پیچیده وزنی (مورد مطالعه کشورهای منتخب آسیا و CIS). فصلنامه علمی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۱۴(۵۴)، ۱۰۱-۸۳.

(DOI: 10.30473/egdr.2023.65067.6565)

چکیده

مطالعات اخیر در مورد شبکه‌های پیچیده در تجارت بین‌الملل نشان می‌دهد که تعداد شرکاء، شدت تجارت، اتصالات غیرمستقیم تجاری و موقعیت مرکزی هر شریک در شبکه تجارت جهانی نقش بسزایی در رشد اقتصادی دارند. رویکرد تحلیل شبکه در بررسی اثر تجارت بر رشد اقتصادی، قادر است برخلاف روش‌های مرسوم و دو جانبه که تنها روابط تجاری مستقیم را مورد مطالعه قرار می‌دهد، روابط تجاری غیرمستقیم (کشورهای واسطه در تجارت) در تعاملات بین‌المللی را شناسایی و اندازه‌گیری کند. این پژوهش با هدف بررسی اثر شاخص‌های مرکزیت تجارت جهانی بر رشد اقتصادی، با استفاده از داده‌های تابلویی ۴۲ کشور منتخب آسیایی و مشترک‌المنافع در دو مرحله انجام شده است. در ابتدا پس از ساخت ماتریس‌های جهت‌دار وزنی تجارت و محاسبه شاخص‌های مرکزیت کشورها برای سال‌های منتخب، اثر شاخص‌های مذکور را به عنوان متغیر توضیحی تجارت بر رشد اقتصادی بررسی و با تأثیر متغیر درجه باز بودن تجارت مقایسه شده است. نتایج حاکی از آنست که شاخص‌های مرکزیت حاصل از شبکه تجارت جهانی، ضمن اثرگذاری بیشتر، توضیح دهندگی بهتری بر رشد اقتصادی در مقایسه با شاخص مرسوم درجه باز بودن تجارت نشان می‌دهد، ضمن اینکه در این میان دو شاخص مرکزیت نزدیکی به دلیل نقش هسته‌ای در شبکه و درهم تنیدگی روابط تجاری و شاخص بردار ویژه به دلیل ایجاد رابطه با کشورهایی که خود با شرکای با اهمیت در شبکه در ارتباط هستند، از اهمیت بیشتری بر رشد اقتصادی برخوردارند.

واژه‌های کلیدی

تجارت بین‌الملل، رشد اقتصادی، شبکه‌های پیچیده، شاخص‌های مرکزیت.

طبقه بندی JEL: F14، D85، O40.

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسندگان آن است. ۱۴۰۳ ©. ناشر این مقاله، دانشگاه پیام نور است.

این مقاله تحت گواهی زیر مستند شده و هر نوع استفاده غیر تجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و یا رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است.

Creative commons attribution-Noncommercial 4.0 international license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

۱- مقدمه

در ادبیات تحلیلی نظریات رشد، بین دو منشأ بلافصل[1] و بنیادی[2] رشد تمایز قائل شده است. منشأ بلافصل رشد به انباشت نهاده‌هایی مانند کار و سرمایه و متغیرهایی مربوط است که مانند بازدهی مقیاس و تغییرات فنی بر بهره‌وری این نهادها اثر می‌گذارد. نظریه‌های نئوکینزی، نئوکلاسیکی و رشد درون‌زا به مدل‌سازی چنین منشأهایی گرایش دارند. منشأهای بنیادین رشد به متغیرهایی اشاره دارد که تأثیر قابل توجهی بر توانایی و ظرفیت یک کشور در انباشت عوامل تولید و سرمایه‌گذاری در تولید دانش دارند. بنابراین توجه به منشأهای بنیادین رشد، کانون توجه را از چارچوب نهادی اقتصاد به قابلیت اجتماعی[3]، زیرساخت اجتماعی[4] یا متغیرهای فرعی[5] تغییر می‌دهد و به همین دلیل نیز، تجارت بین‌الملل و نظام تجاری به عنوان یکی از تعیین کننده‌های بنیادین رشد قلمداد شده است (اسنودن و وین[6]، ۲۰۰۵: ۵۹۶).

در نیمه دوم دهه۱۹۸۰، با طرح نظریه‌های رشد درون‌زا، نظریه‌های رشد اقتصادی دستخوش پیشرفت‌های قابل توجهی شد. در مقایسه با نظریه‌های رشد برون‌زا که بخش عمده‌ای از رشد را به فرایند کاملاً مستقل (پیشرفت فنی) نسبت می‌دهند، مدل‌های رشد درون‌زا به سمت پیوند دادن نظریه تجارت خارجی و رشد اقتصادی حرکت کرده‌اند (ابریشمی، مهرآرا، تمدن‌نژاد، ۱۳۸۸: ۴۹). کالی، مندز و ریس[7] (۲۰۰۷) اثرات احتمالی تجارت بین‌الملل بر رشد اقتصادی را حاصل مدل‌های رشد درون‌زا می‌دانند، چنانچه طیف وسیعی از اقتصاددانان همچون رومر[8] (۱۹۹۰)، گروسمن و هلپمن[9] (۱۹۹۱) و ریورا-باتیز[10] و رومر (۱۹۹۱) بر این عقیده بودند که تجارت از طریق انتقال و ایجاد دانش باعث ارتقاء رشد می‌شود. در این مدل‌ها، تجارت کالاها و خدمات می‌تواند حداقل از دو منبع، تأثیرات مثبتی بر رشد اقتصادی داشته باشد: اول آنکه تجارت بین‌المللی موجب "سرریز دانش" در بسط و تولید کالاهای واسطه‌ای توسط تولید کنندگان داخلی از طریق انتقال ایده‌ها، طرح‌ها یا فرایندهای جدید مدیریتی که منجر به افزایش بهره‌وری است می‌شود. بدین معنی که تجارت بین‌الملل به عنوان سازوکار انتشار فناوری‌های خارجی عمل می‌کند (محنت فر و همکاران، ۱۴۰۲: ۹۹). بر این اساس، زمانی که کشوری دارای شبکه تجاری گسترده‌ای باشد، سرریزهای دانش افزایش می‌یابد. دوم آنکه، تجارت بین‌الملل ممکن است مشوق‌های لازم را برای تحقیق و توسعه محلی ایجاد کند. تجارت، تعداد خریداران بالقوه و در نتیجه پتانسیل سود اقتصادی مرتبط با نوآوری، شناسایی برند، ثبت اختراع و هرگونه بهبود محصولات شرکت رقیب را گسترش می‌دهد و در بازارهای خارجی، تولیدکننده را وادار به واکنش نسبت به محیط جدید و ایجاد نوآوری می‌کند (کالی، مندز و ریس، ۲۰۰۷: ۴). بنابراین زمانی که کشور صادرکننده در یک شبکه تجاری بزرگتر قرار می‌گیرد، ویژگی متعدد شرکای تجاری، منجر به طیف وسیعتری از تحقیق و توسعه خواهد شد که به نوبه خود می‌تواند بر بهره‌وری کل کشور صادرکننده اثر مثبت بگذارد. ازطرفی راه دیگر اثر مثبت عملکرد تجارت بر رشد، رقابت در بازار مقصد است، هرچه کشور صادرکننده در یک شبکه تجاری بزرگتر قرار داشته باشد، پیچیدگی رقابت برای روابط تجاری مستقیم و غیرمستقیم آن افزایش می‌یابد (ساجدیان‌فرد و هادیان، ۱۳۹۹: ۳۲).

از سوی دیگر مطالعات انجام شده در حیطه اقتصاد و تجارت حاکی از آن است که ارتباط متقابل بین کشورهای مختلف منجر به تشکیل شبکه‌های پیچیده و گسترده‌ای شده است که با استفاده از ابزارهای شبکه و شاخص‌های آن، می‌توان جایگاه هر کشور را در شبکه مورد بررسی قرار داد. بررسی این مطالعات نشان می‌دهد که علاوه بر شاخص‌هایی چون درجه آزادی تجاری، دیگر شاخص های تجاری همچون تعداد شرکاء، اندازه و توان ایجاد مبادلات تجاری، اتصالات غیرمستقیم تجاری، خوشه‌بندی‌های تجاری، تنوع بخشی تجاری و موقعیت مرکزی هر شریک در شبکه تجاری جهانی نیز، نقش بسزایی در رشد اقتصادی دارد. بنابراین رویکرد تحلیل شبکه برخلاف روش‌های دوجانبه که تنها روابط تجاری مستقیم را مورد بررسی قرار می‌دهد، قادر است روابط تجاری غیرمستقیم (کشورهای واسطه در تجارت) را در تعاملات بین‌المللی شناسایی و ضمن امکان جستجوی ارتباطات و مسیرها در تجارت، تصویری عمیق‌تر از موقعیت خاص یک کشور و ظرفیت‌های پنهان آن در شبکه تجارت جهانی نمایان سازد.

همچنین تحلیل تجارت با شاخص‌های مرسوم، تا حد زیادی بر این فرض متکی است که کشورها به نوعی همگن

1. Proximate
2. Fundamental
3. Social Capability
4. Social Infrastructure
5. Ancillary Variables
6. Snowden & Vane
7. Kali, Mendez, Reyes
8. Romer
9. Grossman & Helpman
10. Rivera-Batiz

هستند. با این حال، تجارت بین‌الملل در دنیای واقعی یک شبکه پیچیده است که توسط تعاملات و مذاکرات متعدد دو جانبه تعریف شده است و نه در یک بازار کاملاً رقابتی با قیمت های برون‌زا. با در نظر داشتن این موضوع، تجزیه و تحلیل شبکه امکان ایجاد ناهمگنی در بین کشورها را فراهم می کند و مطالعه ساده وابستگی ساختاری و اثرات شرکا را ساده‌تر می‌کند (باسکاران و همکاران[1]، ۲۰۱۱: ۵).

این مقاله با هدف بررسی اثر شاخص‌های مرکزیت شبکه تجارت بین‌الملل بر رشد اقتصادی، در پنج بخش تدوین شده است. ابتدا در بخش دوم، مفاهیم نظری و پیشنه پژوهش شبکه‌های پیچیده در تجارت بین‌الملل بررسی و در ادامه در بخش روش شناسی پس از تعریف مفاهیم پایه و شاخص‌های مرکزیت به تصریح مدل رشد اقتصادی و تحلیل نتایج خواهیم پرداخت و در پایان نتیجه‌گیری و پیشنهادها ارائه خواهد شد.

۲- پیشینه پژوهش شبکه‌های پیچیده در تجارت بین‌الملل

۲-۱- پیشینه نظری

با ظهور "علم جدید شبکه‌ها" (آلبرت و باراباسی[2]، ۲۰۰۲؛ واتس[3]، ۲۰۰۴)، بتدریج دانشمندان بیشتری در بسیاری از رشته‌ها، به‌ویژه در اقتصاد، ریاضیات و فیزیک، شروع به اتخاذ دیدگاه تئوری شبکه‌ها در علوم مرتبط به خود کرده‌اند (گویال[4]، ۲۰۰۷؛ جکسون[5]، ۲۰۰۸؛ شوایتزر[6] و همکاران، ۲۰۰۹؛ ایسلی و کلینبرگ[7]، ۲۰۱۰). به طوری‌که این رویکرد جدید چنان ثمربخش بود که بر موضوعات تجارت بین‌الملل نور تازه‌ای تابانده است (سرانو و بوگونا[8]، ۲۰۰۳؛ لی و همکاران[9]، ۲۰۰۳؛ گارلاشلی و لفردو[10]، ۲۰۰۵؛ باتاچاریا و همکاران[11]، ۲۰۰۸؛ فاجیولا، ریس و اسچیاوو[12]، ۲۰۰۸، ۲۰۱۰؛ باسکاران و همکاران، ۲۰۱۱؛ اسکوارتینی و همکاران[13]، ۲۰۱۱؛ پیکولو و همکاران[14]، ۲۰۱۲). این مطالعات حاکی از آن بود که شبکه تجارت جهانی دارای ویژگی های معمولی شبکه های پیچیده[15] است، بدین معنی که تمامی ویژگی‌های یک شبکه پیچیده از جمله بی‌مقیاسی[16]، جهان کوچک[17] و ضریب خوشه بندی بالا[18] را داراست. بنابراین توپولوژیکی شبکه نشان می‌دهد که شبکه تجارت بین‌الملل را نمی‌توان به سادگی به یک شبکه تصادفی تقلیل داد (ژو، وو، زو[19]، ۲۰۱۶: ۹).

یک شبکه با توزیع درجه بدون مقیاس، بیانگر آنست که برخی از گره‌ها به عنوان هاب، پیوندها و اتصالات بسیار بیشتری نسبت به سایرین دارند. بنابراین شبکه شامل یک هسته متراکم و حاشیه‌ای از گره‌ها با تعداد کمی ارتباطات است. به این دلیل که مطابق با نظریه هکچر- اوهلین کشورها کالاهایی را صادر می‌کنند که در آن تخصص دارند و برای یک کالای معین، تنها چند کشور صادرات بالایی دارند و اکثریت کشورها مزیتی در صادرات آن کالا ندارند (باسکاران و همکاران، همان). از طرفی ویژگی جهان کوچک بیانگر آنست که اغلب گره‌ها همگن بوده و با گام‌های کمی در دسترس هستند. به عبارتی دستیابی به سایر گره‌های شبکه با پیمودن تعداد مراحل کمتری در مقایسه با شبکه‌های تصادفی امکانپذیر است. در این شبکه‌ها راه‌های میانبری وجود دارد که باعث اتصال گره‌هایی می‌شود که از هم فاصله زیادی دارند. میانبرها در واقع اتصالاتی هستند که دو گره را که بیش از دو پیوند از هم فاصله دارند به یکدیگر متصل می‌کنند. این بدان معناست که تعداد ارتباطات یا پیوند های هرگره تقریبا یکسان بوده و فاصله بین هر دو گره متناسب با لگاریتم رتبه شبکه رشد می‌کند. همچنین ضریب خوشه‌بندی در این نوع شبکه‌ها در مقایسه با شبکه های تصادفی بیشتر بوده و بیانگر آنست که در این نوع شبکه، همسایگان یک گره معین، با احتمال زیاد با هم در ارتباط هستند (سرانو و بوگانا، ۲۰۰۳: ۱).

با توجه به این مسئله می‌توان تجارت بین کشورها را به عنوان یک گراف یا شبکه در نظر گرفت و با استفاده از این شبکه و شاخص‌های آن، جایگاه هر کشور را در شبکه محاسبه نمود. در شبکه تجارت بین‌الملل در قالب یک گراف، گره‌ها[20] بیانگر کشورهای برگزیده و یال‌های[21] متصل به آنها معرف ارتباط تجاری این کشورها در قالب ارزش صادرات و واردات

1. Baskaran et al.
2. Albert & Barabási
3. Watts
4. Goyal
5. Jackson
6. Schweitzer et al.
7. Easley and Kleinberg
8. Serrano & Boguna
9. Li et al.
10. Garlaschelli & Loffredo
11. Bhattacharya et al.
12. Fagiolo, Rayes & Schiavo
13. Squartini et al.
14. Picciolo et al.
15. Complex Network
16. Scale-free
17. Small World
18. High Clustering Cofficient
19. Zhou , Wu & Xu
20. Nodes
21. Edges

است. روابط گرافی این کشورها را می‌توان در قالب یک ماتریس نیز نمایش داد، به طوری‌که ردیف‌های ماتریس معرف کشورهای صادرکننده و ستون‌ها بیانگر کشورهای وارد کننده هستند و هر درایه ماتریس نیز بیانگر صادرات یا واردات کشور i به کشور j است (فاجیولا، ریس و اسچیاوو، ۲۰۰۸: ۳۸۶۹).

۲-۲-پیشینه تجربی

سرانو و بوگانا نخستین محققانی بوده‌اندکه در مقاله‌ای با عنوان "ریخت شناسی شبکه تجارت جهانی" ساختار شبکه تجارت را با محاسبه شاخص های آن مطالعه کرده‌اند. این مطالعه که بر اساس آمار تجارت ۱۷۹ کشور انجام شده، نشان داد که کشورهای با درآمد سرانه بیشتر به عنوان رئوس گراف، دارای درجه بالاتری- به معنای ارتباطات بیشتر با سایر کشورها- در این شبکه‌اند (سرانو و بوگانا، ۲۰۰۳: ۱). پس از این مطالعه، پژوهش‌های صورت گرفته ابعاد متفاوتی از تجارت بین‌الملل را در نظر گرفته است. بخشی از مطالعات به بررسی ساختار، ریخت شناسی، سیرتکامل و پویایی شبکه‌های تجاری و برخی به بررسی یکپارچگی تجاری، جهانی شدن و منطقه‌ای شدن، پیچیدگی و فضای محصول در تجارت پرداخته‌اند. در این میان از جمله مهم‌ترین مطالعات پیرامون تجارت بین‌الملل، رشد و توسعه اقتصادی با رویکرد شبکه عبارتند از:

لیائو و وایدمر[1] با بکارگیری دو مجموعه داده برای سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۹۸ و ۲۰۰۰-۱۹۶۲ برای ۷۲ کشور و پس از محاسبه شاخص های منتخب به تحلیل شبکه تجارت بین‌المللی پرداخته و با بررسی مبادلات کالایی بین کشورها و با توجه به نوع کالایی که کشورها صادر می کنند، نشان داده اند که کدام کشورها رشد بیشتری نسبت به دیگران داشته اند (لیائو و وایدمر، ۲۰۱۸: ۱).

اوندر و ییلمازکودی[2] با استفاده از داده‌های ۸۳ کشور در فاصله سال‌های ۱۹۶۵ تا ۲۰۰۴، ضمن محاسبه شاخص‌های تنوع شریک تجاری[3] که بیانگر اهمیت نسبی کشور در شبکه تجارت بین‌المللی است، نشان داده‌اند که این شاخص‌ها به طور مثبت و قابل توجهی با نرخ رشد در کشورهای با عمق مالی پایین، تورم بالا، سطح پایین سرمایه انسانی و درجه بالای باز بودن تجارت در ارتباط است (اوندر و ییلمازکودی، ۲۰۱۶: ۳۰).

باتاچاریا و همکاران در مطالعه‌ای با بکارگیری شبکه‌های وزن‌دار، داده‌های دو جانبه تجارت ۱۸۷ کشور را برای ۵۳ سال بررسی و نتیجه گرفته‌اند که شبکه تجارت نظیر بسیاری از شبکه های جهانی واقعی ساختاری ثابت مقیاس دارد و شاخص گره شدت حجم تجارت یک کشور به طور غیرخطی با رشد تولید ناخالص داخلی مرتبط است (باتاچاریا و همکاران، ۲۰۰۸: ۱).

کالی و ریس با استفاده از داده‌های مقطعی تجارت سال های ۱۹۹۲ و ۱۹۹۸ وضعیت جهانی شدن و نحوه تکامل شبکه تجارت برای ۱۸۲ کشور را با در نظر گرفتن حد آستانه‌های مختلف مقادیر تجارت دو جانبه در شبکه، مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه ضمن محاسبه معیارهای یکپارچگی محلی و جهانی در شبکه تجارت و وارد نمودن این متغیرها در یک مدل رشد اقتصادی نشان داده اند که موقعیت کشورها در شبکه، پیامدهای قابل توجهی در رشد اقتصادی دارد (کالی و ریس، ۲۰۰۷: ۵۹۵).

کالی، مندز و ریس در مقاله‌ای بر اساس داده‌های ۱۵۵ کشور برای دوره ۲۰۰۰-۱۹۸۰ نشان داده‌اند که ساختار تجارت، مستقل از سطح تجارت به‌ویژه تعداد شرکای تجاری و تمرکز تجارت بین شرکا اثرات مثبتی بر رشد اقتصادی یک کشور دارد. نتایج مطالعه حاکی از آن است که تعداد شرکای تجاری با رشد در همه کشورها همبستگی مثبت دارد و این تأثیر برای کشورهای ثروتمند بارزتر است. همچنین تمرکز تجارت با رشد همه کشورها همبستگی مثبت دارد و تأثیر آن در کشورهای فقیر متمرکز است (کالی، مندز و ریس، ۲۰۰۷: ۲۳).

بررسی پژوهش‌های داخلی بیانگر مطالعات متعدد در زمینه تجارت خارجی و رشد اقتصادی است ولی در هیچ یک از مطالعات انجام شده اثر شاخص‌های شبکه‌های پیچیده تجارت جهانی به عنوان متغیرهای توضیح دهنده در مدل‌های رشد بررسی نشده است. تنها پژوهش‌های محدودی پیرامون بررسی موضوعات تجارت خارجی با رویکرد شبکه‌های پیچیده یافت می‌شود که می‌توان به مقالات زیر اشاره کرد:

شیرازی و همکاران در مقاله‌ای با بکارگیری تکنیک شبکه های پیچیده به بررسی جایگاه ایران در تجارت بین‌المللی پرداخته‌اند. در این مطالعه ساختار شبکه تجارت جهانی برای ۱۰۴ کشور در چهار مقطع زمانی ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ بررسی شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بر اساس سه شاخص مرکزیت درجه، بینابینی و بردار ویژه، ایران بازیگری مهم و تأثیرگذار در شبکه تجارت نبوده است (شیرازی و همکاران، ۱۳۹۴: ۸۸۱).

رفعت در مقاله ای با استفاده از تکنیک تحلیل شبکه به

1. Liao & Vidmer
2. Önder & Yilmazkuday
3. Trade Partner Diversification

بررسی روابط تجاری ایران با ۷ کشور شریک اصلی در آسیا در پنج مقطع زمانی پنج ساله بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۵ پرداخته است. بر اساس شاخص‌های محاسباتی شبکه، کشورهای منتخب ضمن افزایش شرکای تجاری خود در طی زمان، در حال افزایش ارتباطات تجاری با کشورهایی هستند که تعداد شرکای تجاری بیشتری دارند و ساختار تجاری مشابهی با هم دارند، همچنین نشان داده است که کشور چین در هسته شبکه تجارت جهانی قرار گرفته است (رفعت، ۱۳۹۷: ۱۰۷).

صمدی و زاهدی در مقاله‌ای با استفاده از نظریه شبکه پیچیده طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۴، ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ثبات تجارت جهانی گاز طبیعی در مقابل اختلال تجاری را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که شبکه تجاری گاز طبیعی به ساختار شبکه‌های بی مقیاس با ویژگی ناهمگن نزدیک‌تر است. نتایج همچنین انعطاف پذیری بیشتر کشورها در برقراری ارتباط و تجارت با یکدیگر در شبکه تجاری گاز طبیعی مایع شده نسبت به شبکه تجاری گاز طبیعی با خطوط لوله را تأیید کرده است (صمدی و زاهدی، ۱۳۹۷: ۷).

نجارزاده و خامنه در مقاله‌ای با بهره‌گیری از نظریه شبکه‌ها، خوشه‌های تجاری در تجارت سوخت وکشورهای عضو را در دو مقطع ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷ شناسایی کرده اند. نتایج این پژوهش بیانگر آنست که استفاده از معیارهای مرسوم نظیر درجه باز بودن تجاری و تعداد شرکا در رتبه‌بندی و جایگاه اهمیت کشورها در تجارت جهانی می‌تواند نتایج را تورش‌دار کند. همچنین متوسط ارتباطات تجاری و تراکم شبکه افزایش یافته و به طور متوسط نقش کشورها در تأثیرگذاری بر جریان سوخت کاهش یافته است و شبکه تجارت سوخت متراکم‌تر و درهم تنیده تر شده و فاصله میان کشورها کاسته شده است (نجارزاده و خامنه، ۱۳۹۷: ۴۱).

ساجدیان‌فرد و هادیان با بکارگیری شاخص‌های ساختاری شبکه و محاسبه یک شاخص ترکیبی از آنها برای سال ۲۰۱۶، به معرفی شرکای تجاری مناسب در واردات ماشین آلات برای اقتصاد ایران پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق مبین آنست که تنها نیمی از عمده شرکای تجاری کنونی ایران در زمره شرکای تجاری برتر بر اساس شاخص ترکیبی بوده‌اند (ساجدیان‌فرد و هادیان، ۱۳۹۹: ۲۷).

وجه تمایز این مطالعه در مقایسه با سایر مطالعات، بکارگیری رویکرد شبکه‌های پیچیده و استفاده از داده‌های تمامی کشورها در شبکه تجارت جهانی و ساخت یک شبکه جهت‌دار وزنی بر اساس ارزش دلاری روابط تجاری، محاسبه طیف کاملی از شاخص‌های مرکزیت در یک بازه زمانی ۲۰ ساله و مقایسه اثر شاخص‌های مذکور بر رشد اقتصادی با شاخص درجه بازبودن تجاری است.

۳- روش تحقیق

۳-۱- مفاهیم پایه

چنانچه توضیح ریاضی یک شبکه، حالت یک سیستم در یک نقطه زمانی با استفاده از گره‌ها [1] (رأس‌ها) و یال‌ها [2] (اتصالات) در نظر گرفته شود، می‌توان آنرا به‌صورت یک گراف یا ماتریس نشان داد تا روابط بین گره‌ها و اتصالات مشخص شود. به عبارتی شبکه تجاری G را می‌توان با مجموعه $G=(V,E)$ نشان داد که در آن کشورهای تجارت‌کننده به عنوان گره‌هایی $V(G)$ هستند که توسط جریانات تجاری $E(g)$ به هم متصل می‌شوند. اگر تعداد گره‌ها با n نشان داده شود، ماتریس تشکیل شده $n\times n$ یک ماتریس مجاورت [3] $A=(a_{ij})$ خواهد بود، که هر درایه a_{ij} بیانگر ارتباط یا عدم ارتباط گره‌های i و j در این ماتریس است، به طوری‌که:

$$a_{ij}=\begin{cases}1, & \text{if } i \text{ and } j \text{ are adjacent}\\ 0, & \text{otherwise.}\end{cases}$$

بدین معنا که در ماتریس مجاورت در صورت وجود ارتباط بین گره i و j عدد یک و در غیراین‌صورت عدد صفر خواهیم داشت (جکسون، ۲۰۰۸: ۴۳-۴۰).

چنانچه در یک شبکه، جهت خاصی برای هر یال وجود داشته باشد (مانند شبکهٔ وامدهی یک فرد به فرد دیگر، یا ارجاع‌دهی به مقالات، دنبال کردن افراد در شبکه‌های اجتماعی مجازی) به آن شبکه جهت‌دار [4] و در غیراین‌صورت (مانند رابطهٔ دوستانهٔ دو همکلاسی) یک شبکه بدون‌جهت [5] خواهیم داشت. بدیهی است که در یک شبکه بدون جهت، ماتریس مجاورت متقارن بوده و به‌صورت $a_{ij}=a_{ji}$ خواهد بود. در مقابل در شبکه جهت‌دار به دلیل ارتباط یک گره به سمت گره دیگر، ماتریس مجاورت لزوماً متقارن نیست. از سوی دیگر شبکه‌ای که در آن، ارتباط میان گره‌ها شدت و ضعف داشته باشد، یک شبکهٔ وزنی [6] است، یعنی وزن ارتباطی گره‌ها با یکدیگر در آن مهم است

1. Nodes
2. Vertices
3. Adjacency Matrix
4. Directed Network
5. Undirected Network
6. Weighted Network

(نیومن، ۲۰۱۰: ۱۰۴-۱۰۳).

نخستین گام در تحلیل شبکه، تشکیل ماتریس تجاری است. در ماتریس تجاری ردیف ها نشان دهنده کشورهای صادرکننده و ستون ها نشان دهنده کشورهای واردکننده است. ماتریس تشکیل شده تجاری که در واقع ماتریس مجاورت است، صرفاً وجود یک رابطه تجاری دو جانبه بین دو کشور را نشان می‌دهد (سرانو و بوگانو، ۲۰۰۳: ۲). در این ماتریس می‌توان یال‌های بین گره‌ها را وزن‌دار یا بدون وزن (دوتایی) در نظر گرفت، اما از آنجا که در روابط تجاری تنها وجود رابطه بین کشورها مورد نظر نیست، بنابراین ارزش تجارت نیز در روابط لحاظ می‌شود. با توجه به اهمیت صادرات در تجارت خارجی و رشد اقتصادی، در این پژوهش وزن هر درایه از نسبت صادرات به محصول ناخالص ملی به‌صورت رابطه (۱) حاصل می‌شود به گونه‌ای که، در آن X_{ij}^t صادرات کشور i به کشور j در زمان t و GDP_i^t محصول ناخالص داخلی کشور i در زمان t است (ریس، اسچیاوو و فاجیولا[1]، ۲۰۱۰: ۸؛ دگوچی و همکاران، ۲۰۱۴: ۲).

$$w_{ij}^{t} = \frac{X_{ij}^{t}}{GDP_i^{t}} \qquad (۱)$$

پس از ساختن ماتریس وزنی، در مرحله بعد از ضرب هر یک از درایه های ماتریس وزنی در ماتریس مجاورت، ماتریس مجاورت وزنی[2] (W) تشکیل می‌شود که مبنای محاسبات شاخص‌های شبکه از جمله شاخص‌های مرکزیت خواهد بود (فاجیولا، ریس و اسچیاوو، ۲۰۱۰: ۴۹۰).

۳-۲ - شاخص‌های مرکزیت[3]

مرکزیت یک شاخص مهم برای ارزیابی موقعیت کشورها و تعیین اهمیت آنها در ساختار تجارت جهانی است (فان و همکاران[4]، ۲۰۱۴: ۴). به طور دقیق‌تر منظور از مرکزیت این است که کدام کشور بیشترین ارتباط تجاری را با سایر کشورها (بی‌واسطه و با واسطه دیگر کشورها) دارد. این شاخص نشان می دهد آیا کشور مورد نظر در حاشیه شبکه تجارت جهانی قرار دارد یا اینکه در مرکزیت تجارت است. روش های زیادی برای اندازه‌گیری مرکزیت وجود دارد که هر کدام الگوریتم خاص خود را دارند. برخی از مهمترین شاخص‌های مرکزیت که در مطالعه حاضر نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند عبارتند از:

مرکزیت درجه[5]: مرکزیت درجه در شبکه بیانگر تعداد اتصالاتی است که یک کشور در شبکه دارد و به معنی تعداد شرکای تجاری هر کشور (گره) است و به‌صورت رابطه شماره (۲) محاسبه می‌شود، که در آن D_i شاخص درجه گره کشور i و a_{ij} درایه‌های موجود در ماتریس اولیه تجاری است (نیومن، ۲۰۱۰، ۱۱۵).

$$D_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} \qquad (۲)$$

در یک شبکه جهت‌دار، هر (کشور) گره دارای دو درجه ورودی[6] و خروجی[7] است که به ترتیب بیانگر تعداد شرکای تجاری در واردات و صادرات آن کشور است.

مرکزیت شدت درجه[8]: اگر ارتباطات کشورها به‌صورت وزن‌دار در نظر گرفته شوند، این شاخص می‌تواند به عنوان شدت رابطه تجاری و تعاملات هر کشور در شبکه در نظر گرفته شود و در چارچوب ماتریس مجاورت وزنی به‌صورت رابطه (۳) محاسبه می‌شود، به طوری‌که SD_i^t شاخص کشور i و W_{ij}^t درایه‌های ماتریس مجاورت وزنی است (ریس، اسچیاوو و فاجیولا، ۲۰۱۰: ۹).

$$SD_i^t = \sum_j W_{ij}^t \qquad (۳)$$

مرکزیت نزدیکی[9]: مرکزیت نزدیکی بیانگر مجموع کوتاه‌ترین مسیری است که از یک گره (کشور) به دیگرگره‌ها (کشورها) وجود دارد و به جای تمرکز روی اتصالات مستقیم یک گره به گره‌های دیگر، ساختار کل شبکه را در نظر می‌گیرد و به‌صورت رابطه شماره (۴) محاسبه می‌شود،که در آن d_{ij} فاصله بین کشور i و کشور j است و N تعداد کشورهای در شبکه است (فان و همکاران، ۲۰۱۴: ۷۵-۷۴).

$$d_{ij} = \frac{1}{W_{ih}} + \frac{1}{W_{hj}} \qquad (۴)$$

که

$$CC_i = \frac{N-1}{\sum_{j=1}^{N} d_{ij}}$$

مرکزیت بینابینی[10]: این شاخص به عنوان نسبت مجموع کوتاهترین مسیرها بین هر دو گره که از یک گره معین عبور

1. Reyes, Schiavo & Fagiolo
2. Weighted Adjacency Matrix
3. Centrality Measures
4. Fan et al.
5. Degree Centrality
6. In-degree
7. Out-degree
8. Degree Strength Centrality
9. Closeness Centrality
10. Betweenness Centrality

می‌کنند، تعریف می‌شود و بیانگر اهمیت یک گره به عنوان واسطه‌ای است که گره‌های دیگر را از طریق مسیرها به هم متصل می‌کند. (فان و همکاران، ۲۰۱۴: ۷۵).

$$BC_i = \frac{2}{(N-1)(N-2)} \sum_{j,k \in 1} \frac{\sigma(j,k|i)}{\sigma(j,k)} \quad (۵)$$

در رابطه شماره (۵) عبارت $\sigma(j,k \mid i)$ کوتاهترین مسیرهای وزنی از گره‌های j تا k است که از گره i عبور می‌کنند و $\sigma(j,k)$ مجموع کوتاهترین مسیر بین گره i و j است که به‌وسیله فاصله d_{ij} محاسبه می‌شود.

مرکزیت بردار ویژه[1]: هدف اصلی در بررسی این شاخص اهمیت همسایگان یک کشور در شبکه جهانی تجارت است. در این شاخص وزن همسایه‌های یک گره در میزان مرکزیت یکسان نیست و همسایگانی که اهمیت بیشتری دارند، وزن بیشتری نیز در محاسبه شاخص مرکزیت خواهند داشت. در بسیاری از شرایط، اهمیت یک رأس در یک شبکه با داشتن اتصالات به رئوس دیگری که خود گره‌های مهمی هستند افزایش می‌یابد، که مفهوم مرکزیت بردار ویژه است. این شاخص بر اساس رابطه شماره (۶) محاسبه می‌شود و در آن λ بزرگترین مقدار ویژه ماتریس مجاورت، e_j بردار ویژه و A_{ij} ماتریس مجاورت است (فان و همکاران، ۲۰۱۴: ۷۵).

$$EC_i = \lambda^{-1} \sum_{j=1}^{N} A_{ij} e_j \quad (۶)$$

مرکزیت رتبه صفحه[2]: معیار رتبه صفحه در شبکه‌های جهت‌دار محاسبه می‌شود و ویژگی همسایگان یک کشور را در نظر می‌گیرد. بر اساس این معیار اگر راس i با مرکزیت بالا با رأس j با مرکزیت پایین مرتبط شود، ارتباط این دو رأس موجب افزایش مرکزیت رأس j می‌شود و چنانچه دو رأس با مرکزیت بالا با هم مرتبط شوند، منجر به افزایش مرکزیت هر دو رأس می‌شوند (نیومن، همان). بنابراین در شبکه تجاری هرچه معیار رتبه صفحه یک کشور بالاتر باشد، آن کشور قدرت تجاری بالایی داشته و یا با کشورهای با مرکزیت بالا در شبکه در ارتباط است. این شاخص بر اساس رابطه شماره (۷) محاسبه می‌شود و در آن A_{ij} ماتریس مجاورت، K_j^{out} درجه خروجی همسایگان رأس i و α عامل ثابت تعدیلی است، به طوری‌که این عامل تضمین می‌کند که چنانچه الگوریتم تکرار محاسبات به رأسی با درجه خروجی صفر برخورد کند، فرایند محاسبه متوقف نگردد (ژانگ، وانگ و یان[3]، ۲۰۲۱: ۲).

$$PR_i = \alpha \sum_j A_{ij} \frac{PR_j}{k_j^{out}} + \beta \quad (۷)$$

که

$$\alpha \in [0,1] \quad \text{و} \quad \beta = (1-\alpha)$$

تصریح مدل رشد اقتصادی

فرم کلی مدل رشد اقتصادی پیشنهادی دراین پژوهش با الهام از دو مطالعه کالی و ریس (۲۰۰۷) و استویکاسکی و کوکاروف[4] (۲۰۱۷) به‌صورت رابطه شماره (۸) تعریف می‌شود:

$$\log(gdp_{it}) = \alpha_i + \beta_1 \log(labor_{it}) + \beta_2 \log(gcf_{it}) + \beta_3 \log(Ttade_{it}) + u_{it} \quad (۸)$$

که در رابطه بالا $i=1,2,\ldots,C$ و $t=1,2,\ldots,T$ به ترتیب نشان دهنده کشورها و زمان و:

$Log\ (gdp_{it})$ لگاریتم GDP واقعی بر مبنای قدرت برابری خرید[5]، $Log\ (labor_{it})$ لگاریتم نرخ رشد اشتغال، $Log\ (gcf_{it})$ لگاریتم نسبت تشکیل سرمایه ناخالص به GDP و $Log\ (Trade_{it})$ شامل متغیر توضیحی تجارت خارجی، شامل متغیر مرسوم درجه باز بودن اقتصاد $open_{it}$ یا یکی از شاخص‌های مرکزیت حاصل از شبکه تجارت جهانی است به طوری‌که:

$$Trade_{it} = (Open_{it} \vee D_{it} \vee SD_{it} \vee CC_{it} \vee BC_{it} \vee EC_{it} \vee PR_{it}) \quad (۹)$$

در رابطه شماره (۹)، D_{it} معرف مرکزیت درجه، SD_{it} مرکزیت شدت درجه، CC_{it} مرکزیت نزدیکی، BC_{it} مرکزیت بینابینی، EC_{it} مرکزیت بردار ویژه و PR_{it} مرکزیت رتبه صفحه است.

در این پژوهش برای برازش مدل از روش داده‌های تابلویی[6] استفاده شده است. از جمله مزایای این روش آنست که سری‌های زمانی و داده‌های مقطعی که ناهمگنی‌ها را لحاظ نمی کنند با ریسک دستیابی به نتایج تورش دار روبه‌رو هستند. روش داده‌های تابلویی قادر است متغیرهای پایا را نسبت به

1. Eigenvector Centrality
2. Page Rank Centrality
3. Zhang, Wang & Yan
4. Stojkoski & Kocarev
5. Purchasing Power Parity
6. Panel Data

مکان و زمان لحاظ کند، در حالی‌که سری‌های زمانی و مطالعات مقطعی فاقد این قدرت هستند. بنابراین، یک امتیاز روش داده‌های تابلویی این است که برآوردهای ناریب و سازگار ارائه می‌دهد. این مدل همچنین، اطلاعات بیشتر، تغییرپذیری بیشتر، همخطی کمتر، درجه آزادی بیشتر و کارایی بیشتر را ارائه می‌کند و بهتر می‌تواند پویایی‌های تعدیلی را نشان دهد (بالتاچی[1]، ۲۰۰۵: ۲۸-۲۵).

در ابتدا، برای پرهیز از تخمین رگرسیون کاذب و قابلیت اعتماد به آزمون‌ها و کمیت‌های بحرانی توزیع‌ها، لازم است آزمون مانایی متغیرها انجام شود. اما پیش از بررسی ریشه واحد متغیرها باید آزمون استقلال مقطعی داده‌ها به منظور انتخاب آزمون مناسب ریشه واحد صورت گیرد. به منظور بررسی وابستگی بین مقاطع از آزمون استقلال مقطعی پسران[2] استفاده شده است. بر اساس آماره محاسباتی و سطح معناداری این آزمون، فرض صفر آن مبنی بر استقلال مقطعی داده‌ها رد می‌شود و این موضوع بیانگر همبستگی مقطعی بین داده‌های مورد استفاده است. به عبارت دیگر داده‌های هریک از کشورها، به داده‌های سایر کشورهای مورد مطالعه وابستگی دارند (جدول شماره ۱).

جدول ۱. آزمون استقلال مقطعی پسران

آزمون	مقدار آماره	سطح معناداری
استقلال مقطعی پسران	۲۱/۰۸۰	۰/۰۰۰۰

مأخذ: محاسبات تحقیق، خروجی *Stata17*

هرگاه وابستگی مقطعی در داده‌های پانل تأیید گردد، استفاده از روش‌های مرسوم و نسل اول ریشه واحد تابلویی مانند لوین، لین، چو (LLC)[3]، ایم، پسران و شین (ISP)[4]، فیشر (ADF)[5] و هریس، تزاولیس (HT)[6] احتمال وقوع نتایج ریشه واحدکاذب را افزایش خواهد داد، چرا که این آزمون‌ها با فرض استقلال مقطعی داده‌ها معتبر است. برای رفع این مشکل آزمون‌های ریشه واحد داده‌های تابلویی متعددی با وجود وابستگی مقطعی پیشنهاد شده است که آزمون ریشه واحد بهبودیافته مقطعی پسران (CIPS)[7] از آن جمله است (پسران، ۲۰۰۷: ۲). نتایج این آزمون برای تمامی متغیرها در سه حالت بدون عرض از مبدأ و روند، با عرض از مبدأ و باعرض از مبدأ و روند در جدول شماره ۲ درج شده است. بر اساس نتایج و مقادیر بحرانی ارائه شده پسران، سه متغیر *lgdp* و *llabor* و *lD* بدون عرض از مبدأ و روند در سطح مانا، *lSD* نامانا و سایر متغیرها نیز با احتساب عرض از مبدأ در سطح مانا می‌باشند. اگرچه رابطه همجمعی[8] بین متغیر وابسته و متغیرهای توضیحی نیز بر اساس آزمون وسترلاند[9] (۲۰۰۷) نیز بیانگر وجود رابطه بلندمدت بین آنها است. با توجه به آماره محاسباتی و سطح معنی‌داری این آزمون، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود همجمعی رد و رابطه بلندمدت بین متغیر وابسته و کلیه متغیرهای توضیحی تأیید می‌گردد (جدول ۳).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Baltagi
2. Pesaran's test of cross sectional independence
3. Levin- Lin-chu
4. Im- Pesaran - Shin
5. Fisher ADF
6. Harris-Tzavalis
7. Cross-sectionally augmented Im-Pesaran-Shin
8. Cointegration
9. Westerlund

جدول ۲. نتایج آزمون ریشه واحد پسران CIPS

متغیر	آماره محاسباتی CIPS			وضعیت مانایی
	بدون عرض از مبدأ	با عرض از مبدأ	با عرض از مبدأ و روند	
lgdp	-۰/۸۲۹	۲/۶۱	۱/۷	مانا
llabor	۰/۱۵۳	۲/۶۱	۱/۷	مانا
lgcf	-۱/۸۶۱	۲/۶۱	۱/۷	مانا (با عرض از مبدأ و روند)
lopen	-۲/۹۵	۲/۶۱	۱/۷	مانا (با عرض از مبدأ و روند)
lD	-۱/۷۵۹	۲/۶۱	۱/۷	مانا
lSD	-۳/۱۶۱	۲/۶۱	۱/۷	ناما
lCC	-۲/۳	۲/۶۱	۱/۷	مانا (با عرض از مبدأ و روند)
lBC	-۲/۷۵۵	۲/۶۱	۱/۷	مانا (با عرض از مبدأ و روند)
lEC	-۱/۸۶۲	۲/۶۱	۱/۷	مانا (با عرض از مبدأ و روند)
lPR	-۲/۷۴۸	۲/۶۱	۱/۷	مانا (با عرض از مبدأ و روند)

مقادیر بحرانی آزمون ریشه واحد پسران CIPS در سطوح مختلف اطمینان

حالت	٪۱	٪۵	٪۱۰
بدون عرض از مبدأ	-۱/۷۷	-۱/۵۷	-۱/۴۶
با عرض از مبدأ	-۲/۳۶	-۲/۱۶	-۲/۰۵
با عرض از مبدأ و روند	-۳	-۲/۷۵	۲/۶۳

مأخذ: محاسبات تحقیق، خروجی *Stata17*

جدول ۳. نتایج آزمون همجمعی وسترلاند بین متغیروابستهlgdp و توضیحی ثابتllabor و lgcf و شاخص‌های تجارت

متغیر	مقدار آماره	سطح معناداری	نتیجه
lopen	۳/۸۷۰۷	۰/۰۰۰۱	دارای همجمعی
lD	۲/۱۸۲۶	۰/۰۱۴۵	دارای همجمعی
lSD	۳/۶۰۶۹	۰/۰۰۰۲	دارای همجمعی
lCC	۲/۹۷۵۲	۰/۰۰۱۵	دارای همجمعی
lBC	۳/۸۰۴۹	۰/۰۰۰۱	دارای همجمعی
lEC	۲/۶۳۱۱	۰/۰۰۴۳	دارای همجمعی
lPR	۳/۹۷۹۳	۰/۰۰۰	دارای همجمعی

مأخذ: محاسبات تحقیق، خروجی *Stata17*

از سوی دیگر آزمون F لیمر[1] بیانگر مناسب بودن روش پانل دیتا یا داده‌های تابلویی برای برآورد مدل‌ها است و یافته‌های آزمون هاسمن[2] نیز نشان از رد اثرات تصادفی[3] در مقابل اثرات ثابت[4] دارد، لذا تخمین مدل‌ها به روش پانل و با درنظر گرفتن اثرات ثابت صورت گرفته است. با توجه به شناسایی مدل با اثرات ثابت لزوماً بایستی ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی نیز آزمون شود. نتایج دو آزمون واریانس

1. Leamer
2. Hausman Test
3. Random Effect
4. Fixed Effect

ناهمسانی والد تعدیل شده[1] و خود همبستگی ولدریج[2] نیز نشان می‌دهد که مدل دارای ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی است و برآوردهای OLS ناکارا است (جدول شماره ۴).

از سوی دیگر داده‌ها دارای همبستگی مقطعی با اثرات ثابت است و تعداد مقاطع بیشتر از دوره‌های زمانی است و در چارچوب پانل‌های کوتاه[3] قرار می‌گیرد (کامرون، تریودی[4]، ۲۰۰۹: ۲۳۳). پارکس_کمنتا[5] برای رفع مشکل ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی در داده‌های پانلی، الگوریتم مبتنی بر حداقل مربعات تعمیم یافته در دسترس[6] ($FGLS$) را پیشنهاد داد. اما این روش حداقل به دو دلیل برای استفاده با پانل‌های کوتاه نامناسب است. اولاً، اگر بعد زمانی پانل، T، کوچکتر از بعد مقطعی آن، N باشد، این روش غیرعملی است، ضمن آنکه بک و کاتز[7] (۱۹۹۵) نشان داده‌اند که این روش تخمین‌های خطای استاندارد غیرقابل قبولی ارائه می‌کند. برای رفع این مشکلات دریسکول و کرای[8] (۱۹۹۸) یک تخمین‌گر ماتریس کوواریانس ناپارامتریک را پیشنهاد کردندکه ضمن ارائه خطاهای استاندارد سازگار با ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی، برای اشکال کلی همبستگی مقطعی و زمانی با اثرات ثابت، مناسب و مستحکم[9] هستند (هاچلی[10]، ۲۰۰۷: ۲۸۵-۲۸۴). با توجه به ویژگی داده‌ها، روش برآورد مدل این پژوهش بر اساس روش پانل خطی با خطای استاندارد دریسکول و کرای با اثرات ثابت انتخاب شده است.

جدول ٤. نتایج سایر آزمون‌های محاسباتی

آزمون	مقدار آماره	سطح معناداری	نتیجه
لیمر F	۳۹/۳۸	۰/۰۰۰	داده‌های پانل
هاسمن	۹/۴۵	۰/۰۲۳۸	اثرات ثابت
ناهمسانی واریانس والد تعدیل شده	۲۳۶۸/۹	۰/۰۰۰	دارای ناهمسانی واریانس
خودهمبستگی ولدریج	۱۴۴/۹۹	۰/۰۰۰	دارای خودهمبستگی

مأخذ: محاسبات تحقیق، خروجی *Stata17*

کشورهای مورد بررسی درمدل رشد، مجموعا ۴۲ کشور شامل ۳۸ کشور آسیایی[11] از مناطق مختلف شرق، غرب و جنوب بعلاوه ۴ کشور روسیه، بلاروس، اوکراین و مولداوی از کشورهای اروپایی مشترک المنافع[12] (CIS) _ براساس طبقه بندی[13] $UNCTAD$_است. داده‌های کشورهای مذکور در پنج دوره زمانی برای سال‌های ۱۹۹۸، ۲۰۰۳، ۲۰۰۸، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۸ به‌صورت داده‌های تابلویی در مدل رشد اقتصادی استفاده شده است. تنوع کشورهای منتخب به گونه‌ای است که از طیف متفاوت درآمدی (۱۱ کشور با درآمد سرانه بالا، ۱۴ کشور با درآمد سرانه متوسط به بالا، ۱۴ کشور با درآمد متوسط پایین و ۳ کشور با درآمد سرانه پایین) از نواحی مختلف انتخاب شده‌اند[14]. ضمن آنکه از جایگاه متنوعی بر اساس شاخص‌های مرکزیت با درجه بالا، متوسط و پایین در شبکه تجارت جهانی برخوردارند. همجواری، شرکای تجاری با حجم تجاری بالا و حضور در پیمان‌های منطقه‌ای از جمله اوراسیا، شانگهای، اکو و کشورهای مشترک المنافع از جمله ویژگی‌های کشورهای منتخب است.

1. Modified Wald Test
2. Wooldridge Test
3. Short Panel
4. Cameron & Trivedi
5. Parks_Kmenta
6. Feasible generalized least-squares
7. Beak & Katz
8. Driscoll & Kraay
9. Robust
10. Hoechle

۱۱. شامل کشورهای ترکیه، عراق، سوریه، کویت، اردن، لبنان، عمان، یمن، عربستان سعودی، امارات متحده عربی، قطر، بحرین، چین، ژاپن، کره‌جنوبی، تایوان، هنک‌کنگ، اندونزی، مالزی، میانمار، فیلیپین، سنگاپور، تایلند، ویتنام، افغانستان، بنگلادش، هند، سریلانکا، نپال، پاکستان، ایران، ارمنستان، آذربایجان، قزاقستان، قرقیزستان، تاجیکستان، ترکمنستان و ازبکستان

12. Commonwealth of Independent States

13 United Nations Conference on Trade and Development

۱۴. استخراج از سایت Comtrade.un.org

بنابر ماهیت اثرگذاری روابط تجاری کشورها به طور مستقیم و غیرمستقیم بر یکدیگر، ضروری است که آمار تجارت خارجی تمامی کشورهای حاضر در شبکه تجارت جهانی در نظر گرفته شود. لذا تعداد کشورهای استفاده شده در این پژوهش باتوجه به داده‌های مورد نیاز برای ساخت ماتریس وزنی و نیز موجود بودن سایر داده‌های بکارگرفته در مدل رشد اقتصادی همچون تولید ناخالص داخلی، اشتغال و تشکیل سرمایه، از ۱۹۶ کشور در سال ۱۹۹۸ تا ۲۱۲ کشور برای سال ۲۰۱۸ متغیر بوده است، به طوری‌که برای هر سال به طور جداگانه یک ماتریس وزنی جهت‌دار تشکیل شده و شاخص‌های مرکزیت برای تمامی کشورهای دارای داده محاسبه شده است، اما با توجه به‌اینکه تمرکز این پژوهش بررسی اثر شاخص‌های مرکزیت شبکه تجارت بر رشد اقتصادی کشورهای *CIS* و منتخب آسیایی است، تنها شاخص‌های مرکزیت کشورهای مذکور در مدل رشد اقتصادی بررسی شده است. در این پژوهش برای جامعه آماری در بخش ساخت و تحلیل شبکه، از داده‌های تجارت دو جانبه بانک داده‌های تجارت جهانی هاروارد[1] و سایر داده‌های متغیرهای توضیحی مدل رشد از داده‌های بانک جهانی استفاده شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها و محاسبه شاخص‌های مرکزیت شبکه، از نرم‌افزار گفی[2] و برآورد الگوهای رگرسیونی نیز در نرم‌افزار استتا[3] انجام شده است.

٤-یافته‌های پژوهش

٤-١-تجزیه و تحلیل داده‌ها

بررسی داده‌های اولیه نشان می‌دهد که بین کلیه شاخص‌های مرکزیت و *GDP* همبستگی مثبت و قوی وجود دارد، درحالی‌که برای شاخص مرسوم درجه باز بودن تجاری این همبستگی ضعیف و منفی است. از طرفی علیرغم اینکه بین تمامی شاخص‌های مرکزیت نیز همبستگی مثبت و قوی وجود دارد، ولی همبستگی بالایی بین شاخص‌های مرکزیت و درجه باز بودن تجاری مشاهده نمی‌شود (جدول شماره ۵).

جدول ۵. آزمون همبستگی متغیرهای مدل

	lgdp	llabor	lgcf	lopen	lD	lSD	lCC	lBC	lEC	lPR
lgdp	۱									
llabor	۰/۷۹۷۷	۱								
lgcf	۰/۲۰۵۴	۰/۱۱۶۵	۱							
lopen	−۰/۲۴۸	−۰/۴۹۴	−۰/۰۴۷۷	۱						
lD	۰/۸۲۰۴	۰/۵۲۵۶	۰/۲۲۴۸	۰/۰۶۲۵	۱					
lSD	۰/۷۲۷۹	۰/۳۹۹۲	۰/۲۴۴	۰/۲۵۴۹	۰/۷۵۶	۱				
lCC	۰/۸۴۷۱	۰/۶۰۹	۰/۱۹۱۵	۰/۰۵۱۶	۰/۹۵۵	۰/۷۸۲	۱			
lBC	۰/۷۸۳۶	۰/۵۱۲۶	۰/۱۶۹۲	۰/۰۶۰۹	۰/۹۵۷۱	۰/۷۶۸۳	۰/۹۳۸۲	۱		
lEC	۰/۷۹۷۹	۰/۴۷۰۷	۰/۲۱۵۳	۰/۰۷۶۶	۰/۹۷۴۱	۰/۷۶۸۱	۰/۹۰۹۷	۰/۹۴۰۹	۱	
lPR	۰/۸۷۹۸	۰/۶۱۵۶	۰/۱۷۶۵	۰/۰۵۵۴	۰/۸۴۱۶	۰/۸۴۲۵	۰/۸۹۸۱	۰/۸۳۱۲	۰/۸۴۲۴	۱

مأخذ: محاسبات تحقیق، خروجی *Stata17*

1. dataverse.harvard.edu
2. Gephi
3. Stata

همبستگی پایین درجه باز بودن تجاری و شاخص‌های مرکزیت از این دلیل ناشی می‌شود که شاخص‌های مرکزیت منتج از شبکه تجارت جهانی به حجم صادرات و واردات و محصول ناخالص داخلی بستگی ندارد، در حالی‌که شاخص درجه بازبودن تجاری کاملاً با این سه متغیر در ارتباط است. بنابراین ممکن است دو کشور با موقعیت نسبتاً یکسان در شبکه تجارت جهانی از بعد شاخص‌های مرکزیت، از حجم تجارت کاملاً متفاوتی برخوردار باشند. به عنوان نمونه دو کشور پاکستان و عربستان بر اساس شاخص‌های نزدیکی، بینابینی، بردارویژه و رتبه صفحه در جایگاه سیزدهم تا هفدهم کشورهای منتخب قرار دارند، در حالی‌که بر مبنای شاخص درجه باز بودن تجاری به ترتیب در رتبه ۴۲ و ۲۳ کشورهای منتخب می‌باشند. از طرفی سه کشور چین، ژاپن و هند به عنوان کشورهایی با شاخص‌های برتر و بسیار با اهمیت در شبکه تجارت جهانی، دارای رتبه‌های بسیار پایین در شاخص درجه باز بودن تجارت هستند، به طوری‌که بر مبنای این شاخص به ترتیب در جایگاه ۳۹، ۴۰ و ۳۵ قرار دارند (جدول ۶).

محاسبات شش شاخص مرکزیت درجه، شدت درجه، نزدیکی، بینابینی، بردار ویژه، رتبه صفحه کشورهای منتخب سال ۲۰۱۸ در جدول شماره ۶ بیانگر آنست که شش کشور چین، ژاپن، هند، کره جنوبی، تایلند و سنگاپور با جایگاه‌های متفاوت در رتبه‌های اول تا ششم کشورهای منتخب به جهت اهمیت شاخص‌های مرکزیت شبکه تجارت قرار می‌گیرند. در این میان کشورهای چین، ژاپن، هند، تایلند و کره جنوبی دارای بالاترین شاخص مرکزیت درجه هستندکه بیانگر بیشترین ارتباطات تجاری مستقیم صادرات و واردات در بین کشورهای منتخب است. حال اگر ارزش صادرات هر کشور را در روابط تجاری دو دویی با کشورها لحاظ کنیم، رتبه بندی کشورها به ترتیب جایگاه برتر به چین، تایلند، هند، کره‌جنوبی و ژاپن تغییر خواهد یافت.

از طرفی پنج کشور تایلند، چین، ژاپن، هند و سنگاپور به ترتیب با رتبه‌های برتر در شاخص مرکزیت نزدیکی، نشان دهنده موقعیت ممتاز این کشورها در شبکه تجارت جهانی به لحاظ درهم تنیدگی روابط تجاری و داشتن شرکای تجاری مشترک در شبکه است. همچنین کره‌جنوبی با بالاترین شاخص مرکزیت بینابینی در کشورهای منتخب به عنوان با اهمیت‌ترین کشورهای واسطه مابین کشورها در شبکه تجارت عمل می‌کند و پس از آن کشور ژاپن، چین، تایلند و هند قرار دارند. کشورهای مذکور به عنوان گره واسطه‌ای هستند که سایر کشورهای دیگر را از طریق ارتباطات تجاری به هم متصل می‌کند. معمولاً کشورهای با بینابینی بالا، به عنوان واسطه‌ای که مواد اولیه را مصرف می‌کند و کالاهای تمام شده تولید می‌کند عمل می‌کنند.

بالاترین شاخص مرکزیت بردار ویژه نیز متعلق به کشور چین و پس از آن هند، ژاپن، کره و تایلند است. از نظر این شاخص، ارتباطات تجاری کشورهای مذکور با شرکایی است که هر کدام به تنهایی نقش پر اهمیتی در شبکه تجارت دارند. از بعد شاخص رتبه صفحه نیز که بیانگر اثرپذیری از همسایگان و شرکای تجاری است، بالاترین رتبه متعلق به کشورهای چین، ژاپن، هنگ کنگ و کره‌جنوبی است. ارتباط تجاری کشورهای با مرکزیت رتبه صفحه پایین با هر یک از کشورهای با شاخص رتبه صفحه بالا موجب افزایش مرکزیت آن کشور در شبکه تجارت می‌شود.

ده کشور با رتبه‌های بالا از نظر شاخص درجه باز بودن تجارت به ترتیب هنگ‌کنگ، سنگاپور، ویتنام، امارات‌متحده‌عربی، بحرین، بلاروس، مالزی، تایلند، تایوان و کویت هستند. در این میان تنها چهار کشور تایلند، سنگاپور، تایوان و مالزی در بین ده کشور با اهمیت بالا در شاخص‌های مرکزیت شبکه تجارت جهانی قرار دارند. این درحالیست که کشورهایی با شاخص‌های مرکزیت بالا همچون چین، ژاپن، هند در رده‌های پایین این شاخص قرار می‌گیرند. بنابراین می‌توان استنباط نمود که شاخص درجه باز بودن تجارت در مقایسه با شاخص‌های منتج از شبکه تجارت به دلیل عدم لحاظ نمودن روابط کلیه کشورها در یک ساختار شبکه‌ای، به تنهایی نمی‌تواند جایگاه یک کشور را در تجارت خارجی توصیف کند.

جدول ٦. شاخص‌های مرکزیت شبکه تجارت کشورهای منتخب در ۲۰۱۸

ردیف	نام کشور	مرکزیت درجه	رتبه	مرکزیت شدت درجه	رتبه	مرکزیت نزدیکی	رتبه	مرکزیت بینابینی	رتبه	مرکزیت بردار ویژه	رتبه	مرکزیت رتبه صفحه	رتبه	درجه باز بودن تجارت*	رتبه
۱	چین	۳۹۵	۱	۶۶۱/۸	۱	۰/۹۸۱۴	۲	۰/۰۱۴۳۷	۳	۰/۹۵۸۸	۱	۰/۰۷۴۴	۱	۳۷/۶	۳۹
۲	ژاپن	۳۹۳	۲	۱۸۹/۷	۵	۰/۹۷۶۹	۳	۰/۰۱۵۷۴	۲	۰/۹۴۷۶	۳	۰/۰۲۸۵	۲	۳۶/۶	۴۰
۳	هند	۳۹۳	۳	۲۰۲/۷	۳	۰/۹۷۲۴	۴	۰/۰۱۳۷۷	۵	۰/۹۵۸۰	۲	۰/۰۲۷۲	۳	۴۳/۶	۳۵
۴	کره جنوبی	۳۹۱	۵	۱۹۳/۵	۴	۰/۹۶۳۵	۶	۰/۰۱۶۵۴	۱	۰/۹۴۶۶	۴	۰/۰۲۱۲	۵	۷۹/۰	۱۹
۵	تایلند	۳۹۲	۴	۲۱۱/۷	۲	۰/۹۸۶۰	۱	۰/۰۱۳۹۳	۴	۰/۹۴۲۳	۵	۰/۰۱۱۵	۸	۱۲۰/۹	۸
۶	سنگاپور	۳۸۸	۶	۱۵۱/۸	۷	۰/۹۶۷۹	۵	۰/۰۱۳۴۲	۶	۰/۹۳۹۸	۶	۰/۰۱۴۸	۷	۳۲۵/۳	۲
۷	تایوان	۳۸۰	۷	۱۰۳/۵	۱۱	۰/۹۴۶۲	۹	۰/۰۱۲۸۷	۷	۰/۹۳۱۲	۸	۰/۰۱۰۹	۱۰	۱۱۹/۱	۹
۸	اندونزی	۳۷۶	۸	۷۶/۵	۱۴	۰/۹۵۹۱	۷	۰/۰۱۰۴۷	۸	۰/۹۱۴۹	۹	۰/۰۰۸۴	۱۴	۴۳/۱	۳۷
۹	هنگ کنگ	۳۶۲	۱۲	۹۸/۷	۱۲	۰/۹۲۵۴	۱۱	۰/۰۰۹۱۷	۱۲	۰/۸۹۹۰	۱۱	۰/۰۲۴۵	۴	۳۷۶/۹	۱
۱۰	مالزی	۳۶۸	۱۱	۱۱۴/۷	۱۰	۰/۹۵۴۸	۸	۰/۰۰۹۳۸	۱۱	۰/۸۹۲۸	۱۲	۰/۰۰۹۳	۱۳	۱۳۰/۴	۷
۱۱	فیلیپین	۳۱۴	۱۷	۶۱/۱	۱۸	۰/۸۳۰۷	۱۶	۰/۰۰۶۱۵	۱۳	۰/۷۹۶۱	۱۸	۰/۰۰۶۱	۱۶	۷۲/۲	۲۰
۱۲	ویتنام	۲۷۶	۱۹	۱۴۴/۲	۸	۰/۷۵۹۰	۱۹	۰/۰۰۲۳۰	۱۹	۰/۷۷۲۴	۲۰	۰/۰۱۰۲	۱۲	۲۰۸/۳	۳
۱۳	بنگلادش	۲۳۱	۲۶	۲۲/۲	۳۲	۰/۷۱۲۸	۲۴	۰/۰۰۰۹۹	۲۶	۰/۶۴۸۶	۲۸	۰/۰۰۳۶	۱۸	۳۸/۲	۳۸
۱۴	میانمار	۲۲۵	۲۷	۲۶/۳	۲۹	۰/۷۰۱۰	۲۶	۰/۰۰۰۹۲	۲۷	۰/۶۲۹۵	۳۰	۰/۰۰۱۶	۳۱	۴۳/۱	۳۶
۱۵	سریلانکا	۲۱۴	۲۸	۱۴/۳	۳۸	۰/۷۰۳۳	۲۵	۰/۰۰۰۴۹	۳۰	۰/۵۸۷۹	۳۴	۰/۰۰۱۸	۲۹	۵۳/۵	۳۰
۱۶	نپال	۱۱۸	۴۱	۲/۷	۴۲	۰/۵۶۸۷	۴۰	۰/۰۰۰۰۰۳	۴۲	۰/۴۵۴۲	۴۰	۰/۰۰۱۴	۳۴	۴۸/۴	۳۴
۱۷	امارات متحده عربی	۳۷۳	۹	۱۷۷/۴	۶	۰/۹۲۵۴	۱۲	۰/۰۱۰۲۵	۹	۰/۹۳۳۱	۷	۰/۰۱۵۸	۶	۱۵۹/۷	۴
۱۸	ترکیه	۳۷۱	۱۰	۸۱/۲	۱۳	۰/۹۴۶۲	۱۰	۰/۰۰۹۶۰	۱۰	۰/۹۱۲۳	۱۰	۰/۰۱۰۶	۱۱	۶۲/۶	۲۷
۱۹	پاکستان	۳۳۵	۱۴	۲۶/۴	۲۸	۰/۸۶۴۸	۱۳	۰/۰۰۶۰۹	۱۴	۰/۸۵۰۷	۱۵	۰/۰۰۴۳	۱۷	۲۹/۰	۴۲
۲۰	عربستان سعودی	۳۲۸	۱۵	۷۰/۷	۱۵	۰/۸۲۷۵	۱۷	۰/۰۰۵۳۸	۱۵	۰/۸۶۹۵	۱۳	۰/۰۰۸۲	۱۵	۶۶/۷	۲۳
۲۱	لبنان	۲۷۸	۱۸	۱۵/۶	۳۷	۰/۷۳۲۶	۲۲	۰/۰۰۲۶۶	۱۸	۰/۸۰۵۴	۱۷	۰/۰۰۲۱	۲۷	۶۷/۸	۲۲

جدول ٦. شاخص‌های مرکزیت شبکه تجارت کشورهای منتخب در ۲۰۱۸ (ادامه)

ردیف	نام کشور	مرکزیت درجه	رتبه	مرکزیت شدت درجه	رتبه	مرکزیت نزدیکی	رتبه	مرکزیت بینابینی	رتبه	مرکزیت بردار ویژه	رتبه	مرکزیت رتبه صفحه	رتبه	درجه باز بودن تجارت*	رتبه
۲۲	قطر	۲۷۲	۲۰	۴۹/۷	۲۱	۰/۷۵۰۹	۲۰	۰/۰۰۱۹۹	۲۰	۰/۷۵۹۸	۲۱	۰/۰۰۲۴	۲۴	۹۱/۸	۱۵
۲۳	اردن	۲۵۸	۲۲	۳۱/۳	۲۶	۰/۷۳۰۱	۲۳	۰/۰۰۱۶۳	۲۲	۰/۷۳۵۸	۲۳	۰/۰۰۲۲	۲۶	۸۸/۵	۱۷
۲۴	بحرین	۲۵۰	۲۳	۳۷/۳	۲۵	۰/۶۹۸۷	۲۷	۰/۰۰۱۵۵	۲۳	۰/۷۵۶۵	۲۲	۰/۰۰۱۶	۳۰	۱۵۰/۸	۵
۲۵	کویت	۲۴۶	۲۴	۵۰/۲	۲۰	۰/۶۷۶۳	۳۰	۰/۰۰۱۳۵	۲۴	۰/۷۷۸۶	۱۹	۰/۰۰۲۴	۲۵	۱۰۳/۱	۱۰
۲۶	عمان	۲۴۴	۲۵	۶۲/۴	۱۶	۰/۷۴۵۶	۲۱	۰/۰۰۱۰۳	۲۵	۰/۶۴۷۵	۲۹	۰/۰۰۲۹	۲۲	۱۰۲/۳	۱۱
۲۷	سوریه	۱۳۸	۳۸	۵/۱	۴۱	۰/۵۷۸۱	۳۷	۰/۰۰۰۰۳	۳۸	۰/۵۳۳۰	۳۷	۰/۰۰۱۲	۳۶	۵۰/۶	۳۲
۲۸	عراق	۱۵۲	۳۵	۴۶/۴	۲۲	۰/۵۷۶۵	۳۸	۰/۰۰۰۰۷	۳۷	۰/۶۰۶۳	۳۱	۰/۰۰۳۲	۲۰	۶۵/۸	۲۴
۲۹	یمن	۱۱۹	۴۰	۸/۶	۴۰	۰/۵۵۸۲	۴۱	۰/۰۰۰۰۲	۴۰	۰/۴۹۳۵	۳۹	۰/۰۰۱۲	۳۷	۴۹/۳	۳۳
۳۰	افغانستان	۱۴۸	۳۷	۱۲/۱	۳۹	۰/۵۸۶۱	۳۶	۰/۰۰۰۲۰	۳۴	۰/۵۴۳۰	۳۶	۰/۰۰۱۵	۳۳	۵۹/۳	۲۸
۳۱	ایران	۲۰۷	۳۱	۲۲/۷	۳۱	۰/۶۸۲۸	۲۸	۰/۰۰۰۴۱	۳۳	۰/۵۹۷۳	۳۲	۰/۰۰۳۱	۲۱	۶۵/۱	۲۵

۳۲	روسیه	۳۳۷	۱۳	۱۳۱/۵	۹	۰/۸۶۴۸	۱۴	۰/۰۰۴۸۶	۱۶	۰/۸۶۷۴	۱۴	۰/۰۱۱۱	۹	۵۱/۶	۳۱
۳۳	ارمنستان	۱۸۳	۳۳	۲۱/۰	۳۵	۰/۶۰۸۱	۳۴	۰/۰۰۰۴۶	۳۲	۰/۶۵۱۴	۲۶	۰/۰۰۰۹	۴۰	۹۲/۵	۱۴
۳۴	ازبکستان	۱۷۱	۳۴	۲۴/۳	۳۰	۰/۶۲۰۶	۳۲	۰/۰۰۰۲۰	۳۵	۰/۵۶۴۸	۳۵	۰/۰۰۱۵	۳۲	۷۱/۵	۲۱
۳۵	اوکراین	۳۲۲	۱۶	۶۱/۹	۱۷	۰/۸۵۰۸	۱۵	۰/۰۰۴۱۲	۱۷	۰/۸۲۵۱	۱۶	۰/۰۰۳۲	۱۹	۹۹/۲	۱۲
۳۶	آذربایجان	۱۸۷	۳۲	۴۳/۷	۲۳	۰/۶۱۵۲	۳۳	۰/۰۰۰۴۸	۳۱	۰/۶۵۱۱	۲۷	۰/۰۰۱۴	۳۵	۹۱/۷	۱۶
۳۷	تاجیکستان	۹۷	۴۲	۱۶/۰	۳۶	۰/۵۴۶۶	۴۲	۰/۰۰۰۰۱	۴۱	۰/۴۰۹۰	۴۲	۰/۰۰۰۹	۴۱	۵۵/۸	۲۹
۳۸	ترکمنستان	۱۲۰	۳۹	۲۱/۶	۳۴	۰/۵۷۳۴	۳۹	۰/۰۰۰۰۳	۳۹	۰/۴۳۸۷	۴۱	۰/۰۰۰۸	۴۲	۳۵/۲	۴۱
۳۹	قرقیزستان	۱۵۲	۳۶	۲۱/۸	۳۳	۰/۵۹۹۴	۳۵	۰/۰۰۰۱۵	۳۶	۰/۵۲۴۳	۳۸	۰/۰۰۱۱	۳۸	۹۸/۹	۱۳
۴۰	قزاقستان	۲۱۴	۲۹	۴۲/۰	۲۴	۰/۶۵۹۴	۳۱	۰/۰۰۰۵۳	۲۹	۰/۶۷۱۵	۲۵	۰/۰۰۲۴	۲۳	۶۳/۵	۲۶
۴۱	مولداوی	۲۰۹	۳۰	۳۰/۵	۲۷	۰/۶۸۰۶	۲۹	۰/۰۰۰۶۸	۲۸	۰/۵۹۳۳	۳۳	۰/۰۰۱۰	۳۹	۸۵/۹	۱۸
۴۲	بلاروس	۲۷۰	۲۱	۵۶/۵	۱۹	۰/۷۶۴۵	۱۸	۰/۰۰۱۸۸	۲۱	۰/۷۲۳۳	۲۴	۰/۰۰۱۹	۲۸	۱۳۹/۴	۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش، خروجی نرم‌افزار Gephi

*شاخص درجه باز بودن تجارت از سامانه بانک جهانی اخذ شده است.

برآورد مدل‌ها

جدول شماره ۷ نتایج مدل‌های رشد را با لحاظ نمودن شاخص درجه باز بودن تجارت و شاخص‌های مرکزیت به عنوان متغیرهای توضیحی نشان می‌دهد. با توجه باینکه شاخص‌های مرکزیت از درجه همبستگی بالایی برخوردارند (جدول شماره ۵) امکان وارد کردن همزمان آنها در یک مدل وجود ندارد و می‌بایستی اثر هر یک از شاخص‌ها به طور جداگانه برآورد شود.

برآورد مدل‌های هفتگانه بیانگر آنست که علاوه بر اثرات مثبت و معنادار دو متغیر ثابت و کلیدی اشتغال و تشکیل سرمایه به *GDP*، کلیه شاخص‌های تجارت اثر معناداری بر رشد اقتصادی دارد. نکته قابل توجه، اثر منفی متغیر مرسوم درجه باز بودن تجارت و اثر مثبت شاخص‌های ششگانه مرکزیت با شدت متفاوت بر رشد اقتصادی است. گرچه سطح معناداری شاخص درجه باز بودن تجارت در مقایسه با سایر شاخص‌های مرکزیت پایین‌تر است. مطالعات تجربی گرین‌وی، مورگان و رایت[1] (۲۰۰۲)، اوگورلو[2] (۲۰۱۰)، فنیرا[3] (۲۰۱۵)، اریس و اولاسان[4] (۲۰۱۳) نیز حاکی از بی‌معنا بودن و منفی بودن اثر متغیر درجه باز بودن تجارت بر رشد اقتصادی در مدل‌های پانل دیتا با خصوصیات متفاوت بوده است.

از طرفی مقدار شاخص *Log likelihood* در تمامی مدل‌های با شاخص‌های مرکزیت در مقایسه با مدل شماره ۱ با شاخص درجه باز بودن تجارت بیشتر است، که بیانگر برازش بهتر مدل‌های رشد با شاخص‌های مرکزیت، نسبت به شاخص درجه باز بودن تجارت است. در بین شاخص‌های مرکزیت، بالاترین اثر بر رشد اقتصادی به شاخص مرکزیت نزدیکی و شاخص بردار ویژه در مدل شماره ۴ و ۶ تعلق دارد، به طوری‌که باتوجه به ساختار لگاریتمی مدل‌ها، یک درصد افزایش در شاخص مرکزیت نزدیکی به میزان ۲/۸ درصد رشد اقتصادی افزایش می‌یابد، به عبارت دیگر هر چه شرایط و مراحل لازم برای اتصال به سایر کشورها فراهم شود، رشد اقتصادی افزایش خواهد یافت. همچنین ضریب ۱/۹ درصدی مرکزیت بردار ویژه بیانگر آنست که چنانچه این شاخص با گسترش روابط تجاری با کشورهایی که خود آنها با همسایگان با اهمیت در شبکه در ارتباط باشند، رشد اقتصادی را به میزان ۱/۹ درصد افزایش خواهند داد.

شاخص مرکزیت درجه با ضریب ۱/۳۵ در مدل شماره ۲ پس از دو شاخص مذکور بیشترین اثر را بر رشد اقتصادی دارد. با توجه باینکه مرکزیت درجه بیانگر تعداد شرکای تجاری در صادرات و واردات است، ضریب این شاخص را این‌گونه می‌توان تفسیر نمود، که چنانچه تعداد روابط مستقیم تجاری (تعداد شرکا) یک درصد افزایش یابد رشد اقتصادی به میزان ۱/۳۵ درصد افزایش خواهد یافت. گرچه یکی از معایب این شاخص در نظر گرفتن تعداد شرکا، صرفنظر از ارزش و حجم تجارت است و به همین دلیل با لحاظ نمودن وزن تجاری، شاخص مرکزیت شدت درجه یا مرکزیت درجه وزنی در نظرگرفته می‌شود که گرچه اثر مثبت و معناداری بر رشد اقتصادی دارد، ولی در مقایسه با سایر شاخص‌ها (به استثنای شاخص بینابینی) از ضریب پایین‌تری برخوردار است.

1.Greenaway, Morgan & Wright
2. Ugurlu
3. Fenira
4. Eris & Ulasan

ضریب شاخص رتبه صفحه نیز در مدل رشد شماره ۷ برابر ۰/۶۹۸ است. همان‌گونه که بیان شد این شاخص که اثر پذیری یک کشور از همسایگان و شرکای تجاری خود را نشان می‌دهد، بیان کننده آنست که ارتباط با همسایگان و شرکای تجاری با شاخص مرکزیت بالا موجب افزایش مرکزیت کشور مبدأ شده و موجب رشد اقتصادی آن کشور خواهد شد، اگرچه اثر آن در مقایسه با سه شاخص نزدیکی، بردار ویژه و درجه کمتر است.

با توجه به اینکه دو شاخص مرکزیت درجه و شدت درجه بیانگر روابط مستقیم تجاری بین کشورها و شاخص‌های مرکزیت نزدیکی، بینابینی، بردار ویژه و رتبه صفحه نشان دهنده روابط تجاری مستقیم و غیرمستقیم در تجارت می‌باشند، می‌توان استنباط نمود که گرچه افزایش روابط تجاری مستقیم موجب افزایش رشد اقتصادی می‌شود، ولی افزایش روابط تجاری غیرمستقیم از طریق انتخاب شرکای تجاری با اهمیت در شبکه، که آنها نیز روابط تجاری گسترده‌ای با شرکای قوی در شبکه تجارت جهانی دارند، رشد اقتصادی را شدت بیشتری خواهد بخشید.

نکته قابل توجه اینکه، شاخص مرسوم درجه باز بودن تجارت، به دلیل اینکه تنها ارتباط تجاری دودویی کشورها را در تجارت لحاظ می‌کند نمی‌تواند شاخص مناسبی در مدل‌های رشد باشد و می‌بایستی شاخص‌های منتج از کل شبکه تجارت که حاصل روابط تجاری مستقیم و غیرمستقیم کشورها در شبکه تجارت بین‌الملل است را به عنوان متغیر تجارت در مدل رشد اقتصادی لحاظ نمود. ضمن اینکه در این میان دو شاخص مرکزیت نزدیکی و بردار ویژه علاوه بر معناداری، به دلیل دارا بودن ضرایب بالاتر در مدل‌های رشد، در مقایسه با سایر شاخص‌های مرکزیت، متغیرهای مناسبتری برای توضیح دهندگی تجارت جهانی کشورها هستند.

جدول ۷. نتایج برآوردها به روش پانل خطی با خطای استاندارد دریسکول و کرای

نام متغیر	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
llabor	۱/۰۴۴ (۰/۰۰۰)	۰/۴۰۳ (۰/۰۰۰)	۰/۹۲۸ (۰/۰۰۰)	۰/۶۲۲ (۰/۰۰۰)	۰/۹۵۳ (۰/۰۰۰)	۰/۵۲۹ (۰/۰۰۰)	۰/۶۶۹ (۰/۰۰۰)
lgcf	۰/۴۳۸ (۰/۰۰۰)	.۰/۱۹۶ (۰/۰۱۷)	۰/۳۹۹ (۰/۰۰۰)	۰/۳۸۵ (۰/۰۰۰)	۰/۴۲۰ (۰/۰۰۰)	۰/۱۴۲ (۰/۰۰۰)	۰/۲۹۹ (۰/۰۰۰)
lopen	−۰/۱۵۰ (۰/۰۳۶)						
lD		۱/۳۵۱ (۰/۰۰۰)					
lSD			۰/۲۴۰ (۰/۰۰۱)				
lCC				۲/۸۳۸ (۰/۰۰۰)			
lBC					۰/۰۷۹۸ (۰/۰۰۰)		
lEC						۱/۹۱۴ (۰/۰۰۰)	
lPR							۰/۶۹۸ (۰/۰۰۰)
Con	۲/۰۶۹ (۰/۰۰۰)	۰/۷۵۲ (۰/۴۰۷)	۱/۶۷۷ (۰/۰۰۰)	۶/۳۲۸ (۰/۰۰۰)	۲/۸۳۶ (۰/۰۰۰)	۷/۸۴۰ (۰/۰۰۰)	۹/۲۴۶ (۰/۰۰۰)
F	۳۴۹۸/۷ (۰/۰۰۰)	۲۱۲۴/۰۸ (۰/۰۰۰)	۱۹۱۲/۲ (۰/۰۰۰)	۱۳۱۶۵/۳ (۰/۰۰۰)	۴۳۱۷/۱ (۰/۰۰۰)	۳۷۹/۲ (۰/۰۰۰)	۳۰۶۱۲ (۰/۰۰۰)
Log Likelihood	−۳۳/۶۸	۱۰/۶۲	−۲۵/۰۷	−۱۸/۶۹	−۳۱/۷۱	۲/۷۳	−۱۱/۳۲
R^2	۰/۴۷۹۸	۰/۶۵۹	۰/۵۲۰۸	۰/۵۴۹	۰/۴۹۰	۰/۶۳۲	۰/۵۷۹
Wald	۵۵۳/۶ (۰/۰۰۰)	۸۶۹/۲۵ (۰/۰۰۰)	۸۴۷/۱۷ (۰/۰۰۰)	۱۳۶۵/۵۴ (۰/۰۰۰)	۸۰۰/۹۳ (۰/۰۰۰)	۱۲۴۱/۵۴ (۰/۰۰۰)	۱۳۴۶/۷۲ (۰/۰۰۰)

مأخذ: محاسبات تحقیق

اعداد داخل پرانتز سطح معنای‌داری متغیرها در سطح ۹۵ درصد می‌باشد

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

شاخص‌های مرکزیت شبکه برای هر کشوری چیزی بیش از حجم تجارت را در خود جای داده است. این شاخص‌ها ارتباط یک کشور را برای شبکه تجارت بین‌الملل – خواه در مرکز آن باشد یا پیرامون شبکه تجارت– و میزان تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم آن را بر سایر کشورها ثبت می‌کنند. بنابراین شاخص‌های مرکزیت علاوه بر روابط مستقیم، روابط غیرمستقیم تجاری را نیز توصیف می‌کند.

یافته‌های این پژوهش بیانگر آنست که موقعیت یک کشور در شبکه می تواند تأثیرات قابل توجهی در رشد اقتصادی داشته باشد. به طوری‌که داشتن ارتباطات تجاری بیشتر (مستقیم یا غیرمستقیم) منجر به رشد تولید ناخالص داخلی خواهد شد. نتایج این پژوهش در خصوص ارتباط مستقیم تجاری از طریق افزایش تعداد شرکای تجاری بر رشد اقتصادی کاملاً در راستای نتایج مطالعه کالی و ریس (۲۰۰۷) است. همچنین اثرات سایر شاخص‌های مرکزیت که بیانگر روابط تجاری غیرمستقیم تجاری است نیز با نتایج کالی، مندز و ریس (۲۰۰۷)، باتاچاریا و همکاران (۲۰۰۸)، اوندر و ییلمازکودی (۲۰۱۶) همخوانی دارد، هرچند قلمرو مکانی و زمانی و نیز شاخص‌ها و ابزارهای بکارگرفته شده از شبکه‌ها با پژوهش مذکور متفاوت بوده است.

در مورد ارتباطات تجاری غیرمستقیم، استدلال این است که کشورها با ایجاد روابط تجاری با شرکایی با شاخص‌های مرکزیت بالا و شرکای شرکای تجاری که با آنها ارتباط مستقیم تجاری ندارند، می‌توانند از منافع تجاری آنها به طور غیرمستقیم بهره‌مند شوند. در این حالت، کشورهای با ارتباطات تجاری مناسب یک اثر سرریز ایجاد می کنند که منجر به منفعت شرکای تجاری با ارتباطات ضعیف آنها می‌شود. همچنین نتایج برآوردها نشان می‌دهد که شاخص‌های مرکزیت، به جز مرکزیت بینابینی، برآوردگرهای خوبی برای رشد اقتصادی است. به عبارت دقیق‌تر، بهبود در شاخص‌های مرکزیت منجر به تولید ناخالص داخلی بالاتر و رشد سریعتر اقتصادی می‌شود و در این میان دو شاخص مرکزیت نزدیکی و بردار ویژه اثرات قویتری بر رشد اقتصادی ایجاد می‌کنند.

بر اساس نتایج حاصل، پیشنهاد می شود به منظور ارتقاء جایگاه کشور در شبکه تجارت جهانی و بهره مندی از منافع حاصل از تجارت، به‌ویژه منافع حاصل از سرریز دانش و انتقال تکنولوژی، افزایش بهره‌وری و رشد اقتصادی، ضمن ارتقاء روابط تجاری مستقیم از طریق افزایش تعداد و تنوع شرکای تجاری، ارزش و سهم تجارت با ایجاد روابط تجاری با کشورهای ممتاز در شبکه تجارت جهانی به‌ویژه با کشورهای با شاخص‌های مرکزیت بالا، به منظور انتفاع از روابط تجاری غیرمستقیم با شرکای تجاری آنها ارتقاء یابد. گرچه ضروری است انتخاب کشورهای منتخب بر اساس هدف صادرات، اولویت مبدأ واردات و نیز کشور واسطه به منظور صادرات و واردات مجدد صورت گیرد. بنابراین بررسی موقعیت این کشورها در ساختار شبکه تجارت جهانی و اینکه ساختار موجود در شبکه این کشورها اثری بر رشد اقتصادی آنها داشته یا نه، می‌تواند جهت‌گیری سیاست‌گذاران تجاری کشور را جهت ارتقاء روابط تجاری بین این گروه کشورها سمت و سو دهد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

Abrishami, H., Mehrara, M. & Tamadonnejad, A. (2009). "The Relationship between the Foreign Trade and Economic Growth: GMM Approach". *Journal of Knowledge and Development*, 16(26), 44-62. (In persian).

Albert, R. & Barabási, A. L. (2002). "Statistical Mechanics of Complex Networks". *Reviews of Modern Physics*, 74(1), 47–97.

Baltagi, B. H. (2005). "Econometric Analysis of Panel Data". Third Edition, Wiley Publisher.

Baskaran, T., Blochl, F., Bruck, T. & Fabian, J. T. (2011). "The Heckscher–Ohlin Model and the Network Structure of International Trade". *International Review of Economics and Finance*, 20(2), 135-145.

Bhattacharya, K., Mukherjee, G., Sarämaki, J., Kaski, K. & Manna, S. (2008). "The International Trade Network: Weighted Network Analysis and Modeling". *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008(02), P02002.

Cameron, A. C. & Trivedi, P. K. (2009). Microeconometrics Using Stata, College Station, Texas, StataCorp LP.

Deguchi, T., Takahashi, K., Takayasu, H. & Takayasu, M. (2014). "Hubs and Authorities in the World Trade Network Using a Weighted HITS Algorithm". *PloS one*, 9(7), e100338.

Easley, D. & Kleinberg, J. (2010). "Networks Crowds and Markets: Reasoning about a Highly Connected World. Cambridge: Cambridge University Press.

Eris, M. N. & Ulasan, B. (2013). "Trade Openness and Economic Growth: Bayesian Model Averaging Estimate of cross-Country Growth Regressions". *Economic Modelling*, *33*, 867-883.

Fagiolo, G., Rayes, J. & Schiavo, S. (2008). "On the Topological Properties of the World Trade Web: A Weighted Network Analysis". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 387(15), 3868-3873.

Fagiolo, G., Reyes, J. & Schiavo, S. (2010). "The Evolution of the World Trade Web: a Weighted-Network Analysis". *Journal of Evolutionary Economics*, 20(4), 479-514.

Fan, Y., Ren, S., Cai, H. & Cui, X. (2014). "The State's Role and Position in International Trade: A Complex Network Perspective". *Economic Modelling*, *39*, 71-81.

Fenira, M. (2015). "Trade Openness and Growth in Developing Countries: An Analysis of the Relationship after Comparing Trade Indicators". *Asian Economic and Financial Review*, 5(3), 468-482.

Garlaschelli, D. & Loffredo, M. L. (2005). "Structure and Evolution of the World Trade". *Physica*, 355, 138–144.

Goyal, S. (2007). Connections: An Introduction to the Economics of Networks. Princeton, NJ, Princeton University Press.

Greenaway, D., Morgan, W. & Wright, P. (2002). "Trade Liberalization and Growth in Developing Countries". *Journal of Development Economics*, 67(1), 229-244.

Grossman, G. & Helpman, E. (1991). Innovation and Growth in the Global Economy, MIT Press, Cambridge, MA.

Hoechle, D. (2007). "Robust Standard Errors for Panel Regressions with Cross-Sectional Dependence". *The Stata Journal*, 7(3), 281-312.

Kali, R., Mendez, F. & Reyes, J. (2007). "Trade Structure and Economic Growth". *Journal of International Trade and Economic Development*, 16(2), 245-269.

Kali, R. & Reyes, J. (2007). "The Architecture of Globalization: A Network Approach to International Economic Integration". *Journal of International Business Studies*, 38(4), 595- 620.

Liao, H. & Vidmer, A. (2018). "A Comparative Analysis of the Predictive Abilities of Economic Complexity Metrics Using International Trade Network". *Complexity* , Article ID 2825948,

doi:10.1155/2018/2825948.

Jackson, M. O. (2008). "Social and Economic Networks, Princeton, N J: Princeton Univ.

Mehnatfar, U., Osmani, F., Cheshomi, M. & Aghar, L. (2023). "Do the Development of Technology and the Expansion of trade Reduce the Ecological Footprint? A Case Study: Evidence from Developing Countries". Economic Growth and Development Research, 13(52), 95-108. (In persian).

Najarzadeh, R. & Biabany Khameneh, K. (2019). "The Topology of International Fuel Trade Network and Iran's Stance in this Network". *Quarterly Journal of Energy Policy and Planning Research*, 4(4), 41-66. (In persian).

Newman, M. E. (2010). Networks: An Introduction. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press.

Önder, A. S. & Yilmazkuday, H. (2016). "Trade Partner Diversification and Growth: How Trade Links Matter". *Journal of Macroeconomics*, 50, 241-258.

Pesaran, M. H. (2007). "A Simple Panel Unit Root Test In The Presence Of Cross-Section Dependence". *Journal of Applied Econometrics*, 22, 265–312.

Piccardi, C. & Tajoli, L. (2012). "Existence and Significance of Communities in the World Trade Web". *Physical Review E*, 85(6), 066119.

Picciolo, F., Squartini, T., Ruzzenenti, F., Basosi, R. & Garlaschelli, D. (2012). "The Role of Distances in the World Trade Web". In *2012 Eighth International Conference on Signal Image Technology and Internet Based Systems* (pp. 784-792). IEEE.

Rafat, M. (2018). "The Application of Complex Networks Analysis to Assess Iran's Trade and It's Most Important Trading Partners in Asia". *Journal of Economic Modeling Research*, 9(34);107-137. (In persian).

Reyes, J., Schiavo, S. & Fagiolo, G. (2010). "Using Complex Network Analysis to Assess the Evolution of International Economic Integration: The Cases of East Asia and Latin America". *The Journal of International Trade & Economic Development*, 19 , 215-239.

Rivera-Batiz, L. & Romer, P. (1991). "Economic Integration and Endogenous Growth". *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 531-555.

Romer, P. (1990). "Endogenous Technological Change". *Journal of Political Economy*, 98(5), S71-S102.

Sajedianfard, N. & Hadian, E. (2021). "Appropriate Trading Partners for Iran in Importing Machinery and Transport Equipment: A Network Theory Approach". *Journal of Economics and Modelling*, 11(4), 27-56. (In persian).

Samadi, A, H. & Zahedi, S. (2019). "Analyzing Stability of Global Natural Gas Trade Network: An Application of Complex Network Theory". *Quarterly Journal of Energy Policy and Planning Research*, 4(4), 7-40. (In persian)

Schweitzer, F., Fagiolo, G., Sornette, D., Vega-Redondo, F., Vespignani, A. & Douglas, R. W. (2009). " Economic networks: the new Challenges". *Science* 325, 22–425.

Serrano, M. A. & Boguná, M. (2003). "Topology of the World Trade Web". *Physical Review E*, 68(1), 015101.

Shirazi, H., Azarbaiejani, K. & Sameti, M. (2015). "Study of Iran's Position in the World Trade: A Network Approach". *Journal of Economic Research*, 50(4), 881-902. (In persian).

Snowdon, B. & Vane, H. R. (2005). Modern Macroeconomics: its Origins, Development and Current State. Edward Elgar Publishing.

Squartini, T., Fagiolo, G. & Garlaschelli, D. (2011). "Randomizing World Trade. II. A Weighted Network Analysis". *Physical Review E*, 84(4), 046118.

Stojkoski, V. & Kocarev, L. (2017). "The Relationship Between Growth and Economic Complexity: Evidence from Southeastern and Central Europe". *MPRA Paper*, No. 77837, doi:10.13140/RG.2.2.22873.93282

Ugurlu, E. (2009). "Growth and Openness Relationship in the EU-15: Panel Data Analysis". *Ekonomika*, 89(2), 44-54.

Watts, D. J. (2004). "The 'New' Science of Networks". *Annual Review of Sociology*, 30(1), 243–270.

Zhang, P., Wang, T. & Yan, J. (2021). "Pagerank Centrality and Algorithms for Weighted, Directed Networks with Applications to World Input-Output Tables". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 586, 1-19.

Zhou, M., Wu, G. & Xu, H. (2016). "Structure and Formation of Top Networks in International Trade, 2001–2010". *Social Network*, 44, 9-21.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی