

## بررسی جایگاه ایران در تجارت بین‌المللی: یک رهیافت شبکه

همایون شیرازی<sup>۱\*</sup>، کریم آذربایجانی<sup>۲</sup>، مرتضی سامتی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری، دانشگاه اصفهان، homayoon.shirazi@gmail.com

۲. دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه اصفهان، Azarbaiejani@yahoo.co.in

۳. استاد گروه اقتصاد دانشگاه اصفهان، msameti@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۴، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۷/۱۴

### چکیده

در دهه گذشته، بسیاری از مطالعات کاربردی مشترک در زمینه سیستم‌های اقتصادی-اجتماعی با استفاده از تحلیل‌های شبکه‌ای انجام یافته است. در این گونه مطالعات، ارتباطات تجاری را می‌توان شبکه‌ای تلقی کرد که کشورها رئوس آن‌اند و رابطه‌های تجاری بین کشورها نقش یال‌های این رئوس را بازی می‌کنند. در مطالعه حاضر سعی شده است ساختار شبکه جهانی صادرات و واردات کالا برای ۱۰۴ کشور در هر یک از سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ بررسی و با استفاده از مفاهیم شبکه‌ها، توپولوژی و ویژگی این شبکه‌ها محاسبه شود. سپس، شاخص‌های شبکه برای ایران، به عنوان عضوی از آن‌ها، محاسبه شود و سپس با کشورهای مهم مقایسه شود. با توجه به نتایج به دست آمده، کلیه شبکه‌های تشکیل شده در همه سال‌ها دارای توزیع پاور و ضریب خوشه‌بندی بالا بوده‌اند. نتایج مطالعات قبلی پیچیده بودن شبکه جهانی تجارت را تأیید می‌کند. همچنین، نتایج شاخص مرکزیت میانی نشان می‌دهد که ایران در همه سال‌های مطالعه شده کشوری تأثیرگذار در شبکه تجارت نبوده است و برخلاف کشورهای مهم در این شبکه با کشورهایی رابطه تجاری داشته است که خود کمتر با دیگر کشورهای شبکه رابطه اندک تجاری داشته‌اند.

طبقه‌بندی JEL: F14، F19

واژه‌های کلیدی: شبکه جهانی تجارت، شبکه‌های پیچیده، مرکزیت بردار ویژه، مرکزیت میانی.

---

\* نویسنده مسئول

## ۱. مقدمه

در دهه گذشته، بسیاری از مطالعات کاربردی مشترک در زمینه سیستم‌های اقتصادی-اجتماعی با استفاده از تحلیل‌های شبکه‌ای انجام یافته است. یک شبکه توضیح ریاضی حالت یک سیستم در یک نقطه زمانی با استفاده از ارتباطات و گره‌ها (یال‌ها و رأس‌ها) است. استفاده از این ایده که سیستم‌های اقتصادی-اجتماعی می‌توانند مانند شبکه‌ها تحلیل شوند سابقه نسبتاً زیادی دارد (واسرمن و فاست<sup>۱</sup>، ۱۹۹۴). در واقع، جامعه‌شناسان و روان‌شناسان از تحلیل شبکه‌های اجتماعی به منظور بررسی ارتباطات شکل‌گرفته توسط گروه‌ها و مردم در حدود یکصد سال پیش استفاده می‌کردند (فریمن<sup>۲</sup>، ۱۹۹۴؛ اسکات<sup>۳</sup>، ۲۰۰۰). در سال‌های اخیر توسعه این شاخه از علم بیشتر مدیون پیشرفت‌هایی است که در زمینه علوم فیزیک و رایانه صورت گرفته است. محققان علوم ذکر شده با استفاده از ابزارهای نو و قدرتمند آماری به شناسایی و کشف ویژگی‌های آماری شبکه‌های تکنولوژیکی، زیستی و اطلاعاتی پرداخته‌اند. این ویژگی‌ها ساختار شبکه، توزیع آماری که شبکه از آن پیروی می‌کند، پویایی‌ها و انتشار نوسانات و اطلاعات و دیگر ویژگی‌ها بوده است. این روش‌های نو در سیستم‌های اقتصادی-اجتماعی نیز به کار گرفته شده است و این عقیده که سیستم‌هایی شبیه بازارها، صنایع یا تجارت جهانی دارای ساختاری شبکه‌ای‌اند در بین اقتصاددانان طرفدار کارهای تجربی روز به روز در حال گسترش است. در همین زمینه، رهیافت شبکه‌ای در کارهای کاربردی تجارت جهانی نیز به کار گرفته شده است (مثلاً، سرانو و بگونا<sup>۴</sup>، ۲۰۰۳؛ کاستل و استین<sup>۵</sup>، ۲۰۰۵). در این گونه مطالعات ارتباطات تجاری همچون شبکه‌ای تلقی می‌شوند که کشورها رئوس آن‌اند و رابطه‌های تجاری بین کشورها نقش یال‌های این رئوس را بازی می‌کنند. به همین دلیل، به تجارت جهانی «شبکه تجارت جهانی» می‌گویند.

درک توپولوژی شبکه جهانی تجارت از دو جنبه حائز اهمیت است: نخست آنکه تجارت یکی از کانال‌های مهم تعامل و ارتباط میان کشورهاست و درک مفاهیمی همچون

- 
1. Wasserman & Faust
  2. Freeman
  3. Scott
  4. Serrano & Boguna
  5. Kastle & Steen

جهانی‌سازی و ملی‌گرایی، گسترش بحران‌های بین‌المللی و انتقال شوک‌های اقتصادی با در نظر گرفتن الگوی تجارت جهانی به عنوان چارچوبی کلی- که در آن ارتباطات مستقیم و غیرمستقیم بین کشورها در نظر گرفته می‌شود- ما را به تحلیل بهتری رهنمون می‌سازد. از طرفی دیگر، دانستن ویژگی‌های توپولوژی این شبکه می‌تواند پویایی‌های اقتصاد کلان را به صورت آماری شرح دهد. مثلاً، کالی و ریس<sup>۱</sup> (۲۰۰۷؛ ۲۰۱۰) نشان دادند که موقعیت کشور در شبکه تجارت عامل مهمی در جهت دستیابی به رشد اقتصادی است و می‌تواند به پیش‌بینی سرایت بحران‌های مالی به کشورها کمک کند. همچنین، کالی و ریس (۲۰۱۰) بر آن‌اند که مرکزیت شبکه جهانی می‌تواند یکپارچگی اقتصاد جهانی را بهتر از شاخص‌های مرسوم مثل آزادی تجارت اندازه‌گیری کند.

اغلب مطالعاتی که در زمینه ویژگی‌های شبکه تجارت جهانی انجام یافته‌اند فقط به صورت کاربردی و تجربی به بررسی این ویژگی‌ها پرداخته‌اند، اما در سالیان اخیر بسیار تلاش شده است تا مبانی نظری مناسبی به منظور استفاده از نظریه گراف‌ها در زمینه تجارت ارائه شود؛ در این زمینه می‌توان به مطالعات دوناس و فاجیلو<sup>۲</sup> (۲۰۱۳)، باتاچاریا<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۸) و گارلاشلی و لفردو<sup>۴</sup> (۲۰۰۴) اشاره کرد. بر اساس مطالعات انجام‌یافته، مدل جاذبه می‌تواند چارچوب نظری مناسبی برای استفاده از نظریه گراف‌ها در تجارت ارائه دهد. با این حال، با توجه به عمر ده‌ساله این حوزه در تجارت راه درازی در پیش است تا بتوان جنبه‌های گوناگون این حوزه را بررسی کرد.

هدف اصلی این مطالعه بررسی ویژگی‌های کلی شبکه جهانی تجارت در طول زمان و شناسایی جایگاه ایران در این شبکه با استفاده از شاخص‌های معرفی‌شده در این حوزه است. این فرضیه در جای جای این مطالعه وجود دارد: کشورهایی که بیشترین میزان صادرات و واردات را دارند ویژگی‌های بخصوصی در شبکه جهانی تجارت دارند و مقایسه ایران با این کشورها می‌تواند درباره جایگاه ایران در این شبکه دید بهتری در اختیار ما قرار دهد. همچنین، باید به این نکته توجه کرد که استفاده از شبکه خلاصه‌کردن

---

1. Kali & Reyes  
 2. Duenas & Fagiolo  
 3. Bhattacharya  
 4. Garlaschelli & Loffredo

اطلاعات کلی موجود در تصویری کوچک‌تر و قابل درک است و با استفاده از این تصویر می‌توان اطلاعات مفید را با روشی سریع‌تر به دست آورد. این مطالعه در پنج بخش تنظیم شده است: در بخش بعدی شبکه‌های پیچیده، سپس، تعدادی از مطالعات انجام‌یافته توضیح داده می‌شود. سپس روش تحقیق شرح و در ادامه نتایج ارائه می‌شود و در بخش آخر نتیجه‌گیری بیان می‌شود.

## ۲. شبکه‌های پیچیده

یک شبکه توضیح ریاضی حالت یک سیستم در یک نقطه زمانی با استفاده از ارتباطات و گره‌ها (یال‌ها و رأس‌ها) است (واسرمن و فاست، ۱۹۹۴). با گذشت زمان این ایده اساسی شکل گرفت که می‌توان از نظریه احتمال در ساختن شبکه‌ها استفاده کرد. بر اساس این دیدگاه، یک شبکه می‌تواند با تعدادی پروسه تصادفی به وجود آید. یک شبکه تصادفی می‌تواند با موجود بودن مجموعه‌ای رأس معین و اضافه کردن یال‌هایی بین این رئوس به صورت تصادفی با احتمال  $p$  و مستقل از هم به وجود آید؛ شبکه‌ای را که بدین‌گونه شکل می‌گیرد شبکه اردوش-رنی می‌نامند. با توجه به اینکه تابع توزیع درجه<sup>۱</sup> این شبکه‌ها از نوع پواسن است، می‌توان آن‌ها را شبکه‌های تصادفی پواسن نامید (جکسون، ۲۰۰۸: ۲۵).

با گذشت زمان، تمایل برای بررسی محیط پیرامون با استفاده از نظریه گراف‌ها و شبکه افزایش یافت. شبکه جهانی اینترنت، شبکه‌های اجتماعی یا شبکه مبادله‌گران در اقتصاد از جمله مفاهیمی هستند که روزانه با زندگی انسان سروکار دارند. با مطالعه ویژگی این نوع شبکه‌ها مشخص شده است که خصوصیات و توپولوژی خاصی در آن‌ها وجود دارد که از خصوصیات گراف‌ها و شبکه‌های تصادفی پواسن یا اردوش-رنی متمایز است. در این نوع شبکه‌ها، پی‌بردن به رفتار کلی سیستم با استفاده از قواعد حاکم بر رفتار هر فرد بسیار دشوار و گاه غیرممکن است؛ به همین دلیل، این نوع شبکه‌های عظیم «شبکه‌های پیچیده»

۱. تابع توزیع درجه به صورت  $k \sim Pc(k)$  است.

نامیده می‌شوند. دو نوع عمده شبکه‌های پیچیده شبکه‌های دنیای کوچک<sup>۱</sup> و شبکه‌های بدون مقیاس<sup>۲</sup> است.

شبکه‌های جهان کوچک را واتز و اشتروگاتز<sup>۳</sup> (۱۹۹۸) به منظور توضیح بهتر جهان واقعی ارائه کردند. در این شبکه‌ها دستیابی به سایر رؤس شبکه با پیمودن مسافت کمتری در مقایسه با شبکه اردوش-رنی امکان پذیر شد. در این شبکه، راه‌های میان‌بری وجود دارد که باعث اتصال رأس‌هایی می‌شود که از هم فاصله زیادی دارند. میان‌برها در واقع یال‌هایی هستند که دو رأس را که بیش از دو یال از هم فاصله دارند به یکدیگر متصل می‌کنند. همچنین، ضریب خوشه‌بندی در این شبکه‌ها از شبکه‌های تصادفی بیشتر است.

شبکه بدون مقیاس را باراباسی-آلبرت (۲۰۰۲) به منظور مطالعه پدیده‌های انسانی و سیستم‌های پیچیده در سالیان اخیر مطرح کرد. وی دریافت شبکه‌هایی که در دنیای واقعی وجود دارند به صورت فزاینده‌ای رشد می‌کنند. اگر رأسی به این شبکه اضافه شود، به احتمال بسیار زیاد، به رأسی متصل می‌شود که درجه بالاتری دارد. گاهی این عبارت بیان می‌شود که «ثروتمندان ثروتمندتر می‌شوند»؛ این موضوع اشاره‌ای به همین سازوکار دارد. تابع توزیع درجه در این نوع شبکه‌ها از توزیع پاور (توانی) پیروی می‌کند و توان آن عددی بین ۲ و ۳ است. همچنین، قاعده پرتو در اقتصاد را، که بیانگر این نکته است که همواره ۸۰ درصد ثروت جامعه در اختیار ۲۰ درصد افراد است، می‌توان بر اساس ویژگی‌های توپولوژی این شبکه توضیح داد.

### ۳. مروری بر مطالعات انجام‌یافته

در نظر گرفتن تجارت بین‌المللی به عنوان یک شبکه و بررسی ویژگی‌های آن با استفاده از مفاهیم شبکه‌های پیچیده سابقه اندکی دارد. در دو دهه اخیر و از اواخر دهه ۹۰ میلادی بر شمار مطالعاتی که به بررسی این حوزه پرداخته‌اند افزوده شده است. مطالعات اولیه بیشتر به بررسی ویژگی‌های شبکه جهانی تجارت و توپولوژی آن با استفاده از نظریه گراف‌ها و شبکه‌های پیچیده انسانی پرداخته‌اند. اما، در یکی دو سال

---

1. Small-world  
2. Cale-free  
3. Watts & Strogatz

اخیر، به مطالعات کاربردی‌تر، که استحکام و پایداری شبکه‌های تجاری را بررسی می‌کنند، توجه شده است.

سرانو و بوگنا نخستین محققانی هستند که در سال ۲۰۰۳ میلادی شبکه جهانی تجارت را با استفاده از شاخص‌های شبکه مطالعه کردند. در مطالعه آن‌ها این فرضیه که شبکه جهانی تجارت شبکه‌ای پیچیده (و نه یک شبکه تصادفی از نوع اردوش-رنی) است آزمایش شد. هدف اصلی مطالعه آنان درک بهتر اثر انتشار بحران‌ها در سطح جهان و سیاست‌های آزادسازی بر سیستم تجارت جهانی با استفاده از دیدگاه شبکه‌های پیچیده بود. این مطالعه بر اساس آمار تجارت چهل کالا، که برای ۱۷۹ کشور برگزیده شده در سال ۲۰۰۰ میلادی بیشترین ارزش را داشته‌اند، صورت گرفته است.

با توجه به نتایج این مطالعه،  $\lambda$  تابع توزیع درجه این مطالعه برابر ۲/۶ بوده است و بیانگر پیروی کردن شبکه جهانی تجارت از ویژگی‌های شبکه‌های پیچیده بدون مقیاس (و نه از نوع تصادفی اردوش-رنی) بوده است. از نظر ویژگی‌ها، این شبکه شبیه شبکه جهانی اینترنت است. همچنین، همبستگی مثبت بین درجه رئوس گراف (کشورها) این شبکه و درآمد سرانه آن‌ها نشان می‌دهد که کشورهایی با درآمد سرانه بیشتر به عنوان رئوس گراف دارای درجه بالاتر (ارتباط تجاری بیشتر با سایر کشورها) در این شبکه‌اند. همچنین، ضریب خوشه‌بندی در این شبکه برابر با ۰/۶۵ بوده است که از مقدار معمول این ضریب در شبکه‌های تصادفی با اندازه و درجه‌ای همانند شبکه تجارت در نظر گرفته شده در این مطالعه (اندازه ۱۷۹ و درجه ۴۳)، که برابر ۰/۲۴ بوده است، بیشتر است و دلیل دیگری بر بدون مقیاس بودن شبکه جهانی تجارت است. همچنین، نتایج نشان می‌دهد که رأس‌هایی با درجه بالاتر تمایل دارند که به رأس‌هایی با درجه پایین متصل شوند.

لی و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای با استفاده از روش به‌کار گرفته شده در مطالعه سرانو و بوگاتو (۲۰۰۳) به بررسی توپولوژی شبکه جهانی تجارت پرداختند. تفاوت این مطالعه با مطالعه پیشین در نوع گراف مورد استفاده به منظور بررسی شبکه جهانی تجارت است؛ بدین معنا که در این مطالعه، به صورت مجزا، از همه داده‌های صادرات و واردات، که صندوق بین‌المللی پول در سال ۲۰۰۰ آن را اعلام کرده بود، استفاده شده

است. با استفاده از این داده‌ها درجه هر رأس (کشور) برای واردات و صادرات متفاوت بوده است؛ در نتیجه، دو تابع توزیع درجه برای صادرات و واردات به صورت مجزا ارائه شده است. با توجه به نتایج، کشورهای آمریکا، انگلستان و چین دارای بیشترین درجه صادرات و واردات‌اند و  $\lambda$  تابع توزیع درجه برای صادرات در بازه ۱ - ۳/۶ و واردات برابر ۱/۶ - ۲/۹ بوده است که با ویژگی‌های شبکه‌های پیچیده و تابع پاور همخوانی دارد. در مرحله بعد، به منظور بررسی دقیق‌تر رابطه تجاری بین کشورها از یک گراف وزن‌دار استفاده شده است؛ در این حالت نیز شبکه در نظر گرفته شده به خوبی با تابع پاور مطابقت دارد. در قدم بعدی و با توجه به پیروی شبکه جهانی تجارت از شبکه‌های پیچیده، پویایی این شبکه با این فرض بررسی شده است که آمریکا، بزرگ‌ترین رأس شبکه، می‌تواند نوسانات و چرخه‌های تجاری خود را به دیگر نقاط شبکه (جهان) منتقل سازد. با توجه به نتایج این مطالعه، چرخه‌های تجاری در پنج کشور انگلستان، استرالیا، کانادا، فنلاند و سوئد به شدت با آمریکا همبستگی دارد و در سیزده کشور این همبستگی به میزان کمتری وجود دارد و فقط در سه کشور اتریش، آلمان و ژاپن این همبستگی دیده نمی‌شود. با توجه به این ویژگی شبکه‌های بدون مقیاس که نوسانات یک رأس مهم در شبکه به کل شبکه سرایت می‌کند و مشاهده این ویژگی در این مطالعه، می‌توان نتیجه گرفت که شبکه تجارت جهانی از نوع شبکه‌های بدون مقیاس است.

گارلاشلی و لفر دو (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای به بررسی جریان تجارت و پویایی‌های آن با استفاده از شبکه در دوره زمانی ۱۹۵۰ - ۲۰۰۰ پرداختند. در واقع، هدف اصلی مطالعه آنان اندازه‌گیری عملی آثاری بوده است که توپولوژی شبکه جهانی تجارت و پویایی‌های درآمد ملی بر یکدیگر بر جای می‌گذارند. گرافی که در این مطالعه استفاده شده از نوع مستقیم و جهت‌دار است که به وسیله مقدار جریان ثروت بین کشورها وزن‌دار شده است. این گراف در طول سال‌های مختلف از تعداد رأس (کشور) و یال‌های (رابطه تجاری کشورها) متفاوتی تشکیل شده است و با توجه به افزایش تعداد کشورها از ۸۶ به ۱۹۰ کشور شبکه جهانی تجارت در نظر گرفته شده یک شبکه در حال رشد<sup>۱</sup> بوده است.

با توجه به نتایج این مطالعه، ویژگی‌های توپولوژیکی شبکه تجارت می‌تواند با تولید

ملی کلیه کشورهای جهان مشخص شود. همچنین، احتمال آنکه دو کشور با یکدیگر رابطه تجاری داشته باشند به مقدار تولید ملی آنها بستگی دارد؛ این نتیجه تئوری جدیدی را در ادبیات شبکه‌ها، که معتقد است توپولوژی شبکه به وجود یک متغیر پنهان مرتبط است، تأیید می‌کند.

فاجیولا، ریس و اسکیاو<sup>۱</sup> (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای توپولوژی و پویایی‌های شبکه جهانی تجارت را با استفاده از یک گراف وزن‌دار بررسی کردند. در این مطالعه، ۱۵۹ کشور در فاصله سال‌های ۱۹۸۱ - ۲۰۰۱ در نظر گرفته شد. وزنی که برای هر یال این شبکه در نظر گرفته شد میانگین حسابی مجموع صادرات و واردات کشورها به یکدیگر بود. در این پژوهش درجه هر رأس یعنی تعداد یال‌هایی (رابطه تجاری) که به هر رأس (کشور) وارد می‌شود محاسبه شد. سپس، با استفاده از این مفهوم و با توجه به وزن‌دار بودن شبکه جهانی تجارت در نظر گرفته شده مفهوم استحکام هر رأس<sup>۲</sup> معرفی شد که حاصل جمع وزن‌های هر رأس است. این شاخص می‌تواند اطلاعاتی درباره میزان شدت رابطه تجاری بین کشورها ارائه دهد. بر اساس نتایج، بررسی شاخص درجه هر رأس نشان می‌دهد که در حالتی که شبکه جهانی تجارت به صورت یک گراف غیروزن‌دار در نظر گرفته شود، این شاخص از مقدار بسیار زیادی برخوردار است و هر کشور به طور میانگین با ۹۰ کشور رابطه تجاری خواهد داشت. اما، اگر همین شاخص برای شبکه وزن‌دار تجارت جهانی در نظر گرفته شود (شاخص استحکام هر رأس)، مقدار آن برابر ۰/۳ است. این تفاوت نشان می‌دهد که بیشتر کشورهای موجود در این شبکه رابطه تجاری ضعیفی با یکدیگر دارند. همچنین، هر دوی این شاخص‌ها در طول زمان رقمی تقریباً ثابت داشته‌اند و می‌توان این نتیجه را گرفت که شبکه جهانی تجارت، به‌رغم همه تلاش‌ها و اقدامات، به منظور جهانی‌سازی تغییر چندانی نکرده است. از دیگر نتایج این مطالعه الگوی ناجور بودن شبکه جهانی تجارت است؛ بدین معنی که کشورهایی که رابطه تجاری فراوانی دارند با کشورهایی بیشتر ارتباط دارند که شرکای تجاری اندکی دارند. همچنین، با توجه به یافته‌های این پژوهش، بین استحکام درجه هر رأس و ضریب خوشه‌بندی همبستگی مثبت برقرار

1. Fagiolo, Reyes & Schiavo

2. Node strength



است؛ بدین معنی که کشورهایی با درجه استحکام بالاتر با احتمال بیشتری کلوب‌های تجاری مستحکم تشکیل می‌دهند.

فتی، اسکات و رکمور<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای به بررسی استحکام و پویایی شبکه جهانی تجارت با استفاده از یک گراف وزن‌دار پرداختند. در این مطالعه، مدل انقراض<sup>۲</sup>، که در زیست‌شناسی از آن استفاده می‌شود، به کار گرفته شد. در زیست‌شناسی به منظور بررسی اثر حذف یک گونه جانوری بر اکوسیستم از مدل‌های شبیه‌سازی استفاده می‌شود. در این مطالعه هم، به منظور بررسی اثر قطع رابطه تجاری، تغییرات شدت رابطه تجاری یک کشور با کشور دیگر یا اثر حذف آن بر کل شبکه تجاری از این مدل استفاده شد. مقصود اساسی این تحقیق آزمون استحکام شبکه جهانی تجارت در مقابل شوک‌های ناگهانی و شکننده بودن آن در مقابل حمله‌های هدفمند بود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد شبکه جهانی تجارت در مقابل شوک‌های تصادفی مستحکم است و در مقابل شوک‌ها و حمله‌های هدفمند شکننده<sup>۳</sup> است. همچنین، از دیگر نتایج مهم این مطالعه اثر دوسویه افزایش ارتباطات تجاری بین کشورها بر استحکام این شبکه است؛ به گونه‌ای که این افزایش ارتباطات (که می‌تواند نشانه‌ای از جهانی شدن باشد) تا یک سطح آستانه‌ای می‌تواند اثر شوک‌های کوچک به وجود آمده را جذب و آن‌ها را خنثی کند. اما، در صورت بروز شوک‌های شدید، این افزایش ارتباطات به سرایت شوک به همه بخش‌های شبکه منجر می‌شود و کل شبکه را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، ادبیات موضوع این حوزه سابقه اندکی (ده‌ساله) دارد و در سال‌های ابتدایی بررسی توپولوژی شبکه تجارت جهانی با استفاده از انواع گراف‌های ساده یا وزن‌دار و جهت‌دار یا غیرمستقیم مطرح بوده است. پس از آن مطالعاتی به منظور بررسی اثر توپولوژی این شبکه در مواردی مثل بروز بحران‌ها و انتشار آن‌ها، توسعه و شکل‌گیری بلوک‌های تجاری کالایی انجام یافته است. در دیگر مطالعات، که جنبه کاربردی بیشتری دارند، عمده توجه به استحکام و شکنندگی این شبکه و همچنین نحوه انتشار بحران‌ها و شوک‌ها در این شبکه‌ها معطوف بوده است.

1. Foti, Scott & Rockmore  
2. Extinction model  
3. Robust yet fragile

به‌رغم گسترش روزافزون مطالعات شبکه جهانی تجارت، در کشور ما و تا لحظه نگارش این متن تحقیق یا پژوهشی داخلی در حوزه تجارت انجام نیافته است تا بتوان با بررسی جایگاه ایران در این شبکه جهانی تجارت وضعیت ایران را ارزیابی کرد.

#### ۴. روش تحقیق

ساده‌ترین نوع گراف گراف‌های دوتایی و بدون جهت<sup>۱</sup> (غیرمستقیم) است. در این نوع گراف‌ها، رأس‌ها از طریق یال‌ها می‌توانند با یکدیگر ارتباط داشته باشند و جهت یال‌ها اهمیتی ندارد. اگر جهت یال‌ها در شبکه اهمیت داشته باشد، باید از شبکه (گراف) جهت‌دار استفاده کرد. در شبکه تجارت بین کشورها، رئوس بیانگر کشورهای برگزیده‌شده و یال‌ها معرف ارتباط تجاری این کشورها بر اساس صادرات و واردات است. اگر صادرات و واردات اهمیت داشته باشد، از گراف جهت‌دار و در غیر این صورت از گراف بدون جهت استفاده می‌شود.

درجه رأس ارتباط دوتایی بین دو رأس را اندازه‌گیری می‌کند و به معنی تعداد شریک تجاری است که هر رأس (کشور) دارد (فاجیولا و همکاران، ۲۰۰۸: ۵). در گراف‌های جهت‌دار درجه به دو نوع درجه وارد شده به رأس<sup>۲</sup> و خارج شده<sup>۳</sup> از آن تقسیم می‌شود و در این مطالعه بیانگر تعداد شریک تجاری در واردات و صادرات کالاهاست.

یال‌ها را می‌توان به صورت وزن دار در نظر گرفت. وزن به معنی امتیاز دادن به هر یال یا مقادیر هر یال است. استحکام رأس<sup>۴</sup> می‌تواند بینشی درباره شدت رابطه تجاری بین کشورها ارائه دهد (فاجیولا و همکاران، ۲۰۰۸: ۵)؛ بدین معنی که اگر ارزش صادرات یا واردات وزن هر یال در نظر گرفته شود، رأسی (کشوری) با وزن بیشتر (قدرت رأس بیشتر) دارای رابطه تجاری بیشتری با دیگر کشورهاست. این ویژگی، برخلاف درجه رأس، که فقط تعداد کشورهای طرف تجاری یک کشور خاص را بیان می‌کند، شدت تجارت را بررسی می‌کند.

---

1. Undirected  
2. In degree  
3. Out degree  
4. Node strength

با توجه به درجه شبکه و قدرت رأس می‌توان تابع توزیع درجه را تعریف کرد. اگر شبکه در نظر گرفته شده از نوع دوتایی و بدون وزن باشد، این تابع احتمال یک رأسی را که به تصادف انتخاب شده و دارای  $k$  یال است بیان می‌کند (فاجیولا و همکاران، ۲۰۱۰: ۴۸۴) و اگر شبکه از نوع وزن دار باشد، می‌توان احتمال آنکه رأسی را که دارای وزنی برابر  $\alpha$  باشد به دست آورد. شکل تابع توزیع می‌تواند ویژگی‌های جالبی را درباره ساختار یک شبکه بیان کند. مثلاً، شبکه‌های بدون جهت، که به صورت تصادفی ساخته می‌شوند، دارای توزیع درجه نرمال یا زنگی شکل‌اند. در مقابل، شبکه‌های بدون مقیاس با ویژگی چوله به راست بودن تابع توزیع درجه (قانون پاور)<sup>۲</sup> مشاهده شده‌اند که در آن‌ها تعداد زیادی رأس با یال‌های کم و تعداد اندکی رأس با یال‌های فراوان وجود دارند (آلبرت و باراباسی،<sup>۳</sup> ۲۰۰۲).

ضریب خوشه‌بندی یکی دیگر از شاخص‌های شبکه است. با استفاده از این شاخص می‌توان دریافت که شرکای تجاری یک کشور با یکدیگر به چه میزان ارتباط دارند. مثلاً، اگر فرض کنیم ایران ( $i$ ) با  $k$  کشور رابطه تجاری داشته باشد، این  $k$  کشور در نهایت می‌توانند با یکدیگر  $(k-1)k/2$  رابطه تجاری داشته باشند و یک دسته یا خوشه را شکل دهند. حال اگر در دنیای واقع تعداد رابطه تجاری بین این کشورها  $e$  تعداد باشد، ضریب خوشه‌بندی از رابطه ۱ به دست می‌آید:

$$C_j = \frac{e}{\binom{k}{2}} = \frac{2e}{k(k-1)} \quad (1)$$

میانگین ضریب خوشه‌بندی نیز برابر میانگین همه ضرایب خوشه‌بندی کشورهاست و از رابطه ۲ به دست می‌آید:

$$\bar{C} = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^N C_i \quad (2)$$

در شبکه‌های پیچیده گاهی این موضوع اهمیت می‌یابد که کدام رأس، بازیگر یا فرد در مرکزیت شبکه قرار دارد. این مرکزیت به معنی داشتن ارتباط بیشتر با بقیه است. مرکزیت

---

1. bell-shaped  
2. power law  
3. Barabasi

به دو نوع محلی و کلی تقسیم می‌شود. مرکزیت محلی به معنی رأسی است که با همسایگان خود ارتباط گسترده‌ای برقرار می‌کند. مرکزیت کلی به رأسی اشاره می‌کند که اهمیت استراتژیک برای کل شبکه دارد. یکی از معیارهای اندازه‌گیری مرکزیت کلی معیار میانی بودن<sup>۱</sup> است. اگر  $P_i(kj)$  بیانگر تعداد کوتاه‌ترین مسیرهایی باشد که بین  $k$  و  $j$  وجود دارد و از رأس  $i$  عبور می‌کند و  $P(kj)$  مجموع کوتاه‌ترین مسیرهایی باشد که بین  $k$  و  $j$  وجود دارد، معیار کلی مرکزیت می‌تواند از رابطه<sup>۲</sup> محاسبه شود<sup>۳</sup> (جکسون، ۲۰۰۸: ۳۹):

$$Ce_i^B(g) = \sum_{k \neq j, i \notin \{k, j\}} \frac{P_i(kj) / P(kj)}{(n-1)(n-2)/2} \quad (3)$$

رأس‌هایی که عدد بیشتری کسب کنند، به سبب آنکه ترافیک بیشتری در مقایسه با دیگر رئوس دارند، مرکزیت بیشتری دارند.

یکی دیگر از شاخص‌ها که به منظور بررسی مرکزیت به کار می‌رود شاخص بردار ویژه است.<sup>۳</sup> هدف اصلی در بررسی این شاخص اهمیت همسایگان یک کشور در شبکه جهانی تجارت است و، در واقع، نقش همسایگان کشورهای را که رابطه تجاری دارند بررسی می‌کند؛ بدین معنی که کشورهایی که بردار ویژه بیشتری دارند و بر اساس این شاخص کشوری مرکزی‌اند با کشورهای رابطه تجاری دارند که خود آن‌ها با کشورهای بی‌شمار دیگری دارای رابطه تجاری‌اند (دی بندیکتیز<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۳: ۳۲). این شاخص با استفاده از ماتریس مجاورت و محاسبه بردار ویژه به دست می‌آید.

## ۵. نتایج

در این مطالعه از ارزش دلاری حجم صادرات و واردات کشورها به یکدیگر، مستخرج از پایگاه اطلاعاتی سازمان ملل<sup>۵</sup> (comtrade.un.org)، استفاده شد. در این پایگاه کشورها به صورت خوداظهاری ارزش دلاری صادرات و واردات خود را اعلام می‌کنند. با توجه به

1. Betweenness centrality

۲. معیار کلی با محاسبه میانگین معیارهای محلی هر رأس به دست می‌آید.

3. Eigenvector centrality

4. De Benedictis et al.

۵. این پایگاه متداول‌ترین منبع برای دریافت اطلاعات دوجانبه بین کشورهاست.

موجود بودن آمار تجارت دوجانبه برای تنها ۱۰۴ کشور در سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱، این کشور برای بررسی انتخاب شدند. همچنین، باید ذکر کرد که این کشورها بیش از ۷۰ درصد حجم تجارت دنیا را به خود اختصاص داده‌اند. در این مطالعه، دو شبکه مجزا برای صادرات و واردات در نظر گرفته شد. این دو شبکه از نوع مستقیم و جهت‌دار هستند. همچنین، برای استخراج نتایج از نرم‌افزار Gephi استفاده شد.

### ۱.۵. توپولوژی شبکه صادرات

بررسی شبکه صادرات در چهار سال در نظر گرفته شده نتایج جالبی ارائه می‌دهد؛ جدول ۱ این نتایج را نشان می‌دهد. همان گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، میانگین تعداد رابطه صادراتی (یا میانگین درجه بیان می‌شود)، که هر کشور با سایر کشورها داشته است، برابر ۷۹/۸ در سال ۲۰۰۰ بوده و این تعداد در سالین آتی افزایش یافته و در نهایت به ۸۸/۹ در سال ۲۰۱۱ رسیده است. این افزایش به معنی بیشتر شدن مقصدهای صادراتی کشورها در مقایسه با گذشته است و می‌تواند دلیلی بر جهانی شدن تجارت بین کشورها و شکل‌گیری ارتباطات تجاری بیشتر بین کشورهای برگزیده شده باشد.

تراکم<sup>۱</sup> شبکه، که به نحوی دیگر به بررسی روابط صادراتی بین کشورها می‌پردازد (از تقسیم تعداد روابط تجاری موجود بر حداکثر رابطه دوجانبه، که می‌توانست بین کشورها وجود داشته باشد، به دست می‌آید)<sup>۲</sup>، نیز نشان می‌دهد که این شبکه در طول زمان متراکم شده است؛ بدین معنی که روابط بین کشورها در طول زمان افزایش یافته است و نتیجه به دست آمده از شاخص میانگین درجه را تأیید می‌کند.

میانگین ضریب خوشه‌بندی در این شبکه نیز بیان می‌کند که کشورهایی که مقصد صادراتی کالاهای کشور خاصی هستند خود با یکدیگر دارای روابط تجاری درخور توجهی هستند؛ این نکته نشان می‌دهد که شبکه جهانی صادرات کالاها با توجه به داشتن ضریب خوشه‌بندی بالا می‌تواند از نوع شبکه‌های پیچیده باشد و به نحوی در هم تنیده است.

#### 1. Density

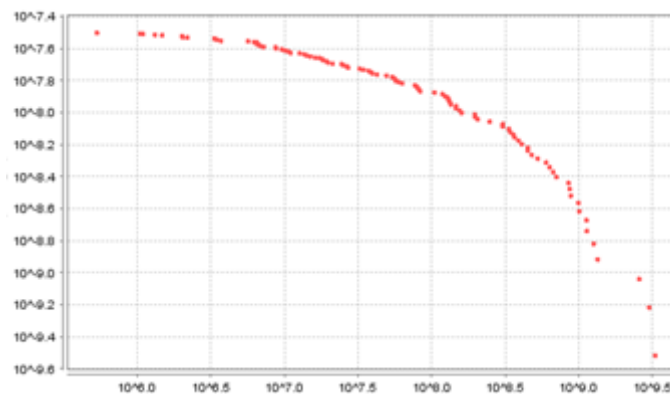
۲. با توجه به در نظر گرفتن ۱۰۴ کشور، هر کشور در نهایت می‌تواند با ۱۰۳ کشور رابطه تجاری داشته باشد و در نهایت ۱۰۷۱۲ رابطه خواهیم داشت.

به منظور اطمینان از پیچیده بودن این شبکه، می توان تابع توزیع شدت یا استحکام این شبکه را رسم کرد. همان گونه که در شکل ۱ مشاهده می شود، تابع توزیع استحکام شبکه حکایت از پیروی شبکه از توزیع پاور دارد. این تابع برای سال ۲۰۱۱ نمایش داده شده است؛ در حالی که این تابع در همه سال های در نظر گرفته شده دارای توزیع پاور و شکلی یکسان بوده است. پیروی کردن از توزیع پاور به زبان ساده تر بدین معنی است که کشورهای محدودی در این شبکه وجود دارند که تقریباً همه وزن شبکه یا تجارت را به خود اختصاص داده اند (کشورهایی مانند آمریکا، چین و آلمان). و در مقابل اکثر کشورها حجم اندکی از تجارت را به خود اختصاص داده اند (کشورهایی مانند بلیز، مالدیو و سنت وینتزن).

جدول ۱. اندازه شاخص های شبکه صادرات کالاها در سالیان مختلف

نوع ماتریس	سال	تعداد یال	میانگین درجه	میانگین درجه وزن دار	تراکم شبکه	میانگین ضریب خوشه بندی
ماتریس تجاری	۲۰۰۰	۸۳۰۶	۷۹,۸۶۵	۴۹,۴۹	۰,۷۷۵	۰,۸۳۹
	۲۰۰۵	۸۷۹۹	۸۶۶۰۶	۸۳,۵۸	۰,۸۲۱	۰,۸۶۷
	۲۰۱۰	۹۰۹۰	۸۷,۴۰۴	۱۱۷,۲	۰,۸۴۹	۰,۸۸۶
	۲۰۱۱	۹۱۵۱	۸۷,۹۹	۱۳۸,۳۵	۰,۸۵۴	۰,۸۸۹

مأخذ: یافته های تحقیق



شکل ۱. تابع توزیع استحکام شبکه صادرات در سال ۲۰۱۱

مأخذ: یافته های تحقیق

### ۲.۵. توپولوژی شبکه واردات

بررسی توپولوژی شبکه واردات نیز حکایت از درهم‌تنیده شدن بیشتر این شبکه دارد. میانگین درجه این شبکه بیشتر از شبکه صادرات است و بیان می‌کند که کشورها به طور متوسط از ۸۷ کشور در سال ۲۰۰۰ کالا وارد کرده‌اند و این میزان با افزایش در سال‌های پس از آن به ۹۵٫۲ در سال ۲۰۱۱ رسیده است. در این شبکه نیز ارتباطات تجاری بین کشورها بیشتر شده است.

تراکم این شبکه نیز در طول زمان در حال افزایش بوده و از عدد ۰٫۸۴ به ۰٫۹۲ در سال ۲۰۱۱ رسیده است و بیانگر بیشتر شدن تعداد ارتباط صادراتی کشورها با یکدیگر است و نتیجه مذکور را تأیید می‌کند.

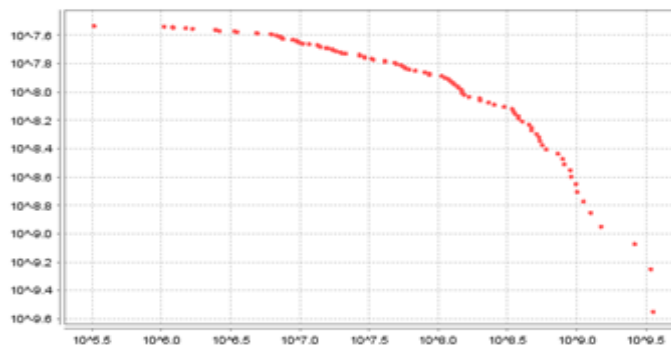
میانگین ضریب خوشه‌بندی این شبکه نیز از ۰٫۸۷۴ در سال ۲۰۰۰ به ۰٫۹۳۲ در سال ۲۰۱۱ رسیده است و حکایت از آن دارد که کشورهایی که دارای رابطه تجاری با کشوری خاص هستند خود نیز با یکدیگر و در مقایسه با گذشته دارای ارتباطات بیشتری بوده‌اند.

همچنین، بررسی تابع فراوانی واردات نشان می‌دهد که، همانند صادرات، تعدادی کشور خاص، همانند چین، آمریکا، آلمان، ژاپن و فرانسه، دارای بیشترین حجم واردات و اکثر کشورهای دیگر دارای آماری نزدیک به هم در شبکه واردات کالاها بوده‌اند. شکل ۲ نمودار فراوانی قدرت رأس را در شبکه واردات در سال ۲۰۱۱ نشان می‌دهد؛ این نتیجه برای همه سال‌های در نظر گرفته شده نیز یکسان است.

جدول ۲. اندازه شاخص‌های شبکه واردات کالاها در سالیان مختلف

نوع ماتریس	سال	تعداد یال	میانگین درجه	میانگین درجه وزن دار (میلیارد)	تراکم شبکه	میانگین ضریب خوشه‌بندی
تجاری	۲۰۰۰	۹۰۴۸	۸۷	۵۱٫۸	۰٫۸۴۵	۰٫۸۷۴
	۲۰۰۵	۹۵۰۰	۹۱٫۳۴۶	۸۵٫۲۸	۰٫۸۸۷	۰٫۹۰۵
	۲۰۱۰	۹۷۶۹	۹۳٫۹۳۳	۱۲۰٫۰۳	۰٫۹۱۲	۰٫۹۲۱
	۲۰۱۱	۹۹۰۹	۹۵٫۲۷۹	۱۴۱٫۷۱	۰٫۹۲۵	۰٫۹۳۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش



شکل ۲. تابع توزیع استحکام شبکه صادرات در سال ۲۰۱۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

### ۳.۵. ارزیابی جایگاه ایران در شبکه تجارت جهانی کالا و خدمات

با توجه به آنکه شاخص‌های شبکه برای همه ۱۰۴ کشور برگزیده شده در این مطالعه محاسبه شده است، عملاً نمی‌توان نتایج همه این کشورها را در این مطالعه بیان کرد؛ به همین دلیل، سعی شده است نتایج به دست آمده برای کشورهای منتخب با ایران مقایسه شود. این کشورها چین، آمریکا، آلمان و ژاپن هستند و از وضعیت خوبی در تجارت دنیا برخوردارند. همچنین، به منظور مقایسه بهتر، سه کشور هند، ترکیه و کره جنوبی نیز در نظر گرفته شد.

بررسی ویژگی‌های ایران در شبکه صادرات نشان می‌دهد که درجه رأس ایران از میانگین درجه رأس شبکه جهانی صادرات بیشتر است، ولی در مقایسه با کشورهای برگزیده شده وضعیت بدتری دارد. این نتایج بدین معناست که تعداد شرکای تجاری ایران (در صادرات) از میانگین کل کشورهای جهان بیشتر ولی از هفت کشور برگزیده شده کمتر است. این هفت کشور با همه کشورهای برگزیده شده در این شبکه رابطه تجاری دارند. همچنین، در واردات کشورهای طرف تجاری ایران از میانگین جهانی و هفت کشور برگزیده شده کمتر است و هفت کشور برگزیده شده تقریباً با همه کشورهای موجود در این شبکه رابطه تجاری دارند. داشتن روابط تجاری متعدد می‌تواند به معنی دستیابی به بازارهای بیشتر و متنوع‌تر برای این کشورها باشد؛ در مقابل، ایران با کشورهای کمتری ارتباط دارد؛ این نکته برای کشور ایران، که تحت تأثیر تحریم‌های اقتصادی بوده است، می‌تواند با اهمیت باشد، زیرا با تنوع بخشی به کشورهای طرف تجاری آثار حذف ایران از این شبکه نیز افزایش می‌یابد.



بررسی شاخص مرکزیت میانی نشان می‌دهد که هفت کشور برگزیده شده امتیاز بیشتری در مقایسه با ایران دارند. این نتیجه را می‌توان بدین گونه تفسیر کرد که این کشورها شبیه فرودگاه‌هایی هستند که می‌توانند مکانی برای انتقال پروازهای مختلف به سایر نقاط باشند و شاید این یکی از عمده‌ترین ویژگی‌های کشورهای است که جایگاه مناسبی در شبکه تجارت جهانی دارند. این ویژگی در شبکه واردات کالا نیز به وضوح دیده می‌شود و کشورهایی همانند چین، آمریکا، آلمان و ژاپن دارای بیشترین امتیاز در ویژگی مرکزیت میانی هستند. به همین دلیل، حذف این کشورها از شبکه تجارت می‌تواند بر کل شبکه و دیگر کشورها اثر بگذارد یا در صورت بروز بحران در این کشورها سایر کشورها نیز تحت تأثیر این بحران قرار بگیرند. در مقابل، کشورهایی را که در این شبکه دارای مرکزیت کمتری هستند راحت‌تر می‌توان حذف کرد.

شرکای طرف تجاری یک کشور می‌توانند تجارت آن کشور را تحت تأثیر خود قرار دهند و شاید بتوان ارتباطات شرکای تجاری یک کشور با دیگر کشورها را از منظر اقتصادی و سیاسی بررسی کرد. گاهی رابطه با شریک تجاری که خود با همه کشورهای دیگر ارتباط دارد می‌تواند منافعی در بر داشته باشد ولی این منافع در رابطه با کشوری که با کشورهای معدودی در ارتباط است وجود نداشته باشد. بر همین اساس، با استفاده از شاخص مرکزیت، وضعیت ایران در مقایسه با کشورهای برگزیده شده از حیث اهمیت شرکای تجاری بررسی شد. در همه سال‌های در نظر گرفته شده، ایران در میان ۱۰۴ کشور برگزیده شده چه در شبکه صادرات چه در شبکه واردات دارای رتبه میانی بوده است؛ بدین معنی که شرکای تجاری ایران، در مقایسه با شرکای تجاری بسیاری از کشورهای برگزیده شده در مدل، روابط تجاری کمتری با دیگر کشورها داشته‌اند. بررسی این شاخص در سالیان اخیر نشان می‌دهد که همه هفت کشور برگزیده شده با کشورهایی در ارتباط‌اند که خود دارای رابطه تجاری گسترده با دیگر کشورها هستند. این نتیجه می‌تواند این واقعیت را بیان کند که بیشتر شرکای تجاری ایران کشورهایی هستند که نقش پررنگ و ویژه‌ای در تجارت بین‌المللی ایفا نمی‌کنند و تجارت با کشورهایی که در شبکه تجارت جهانی نقش مهمی ایفا می‌کنند می‌تواند به توسعه تجارت ایران کمک کند. در واقع، با توجه به نتیجه به دست آمده بر اساس شاخص‌های مرکزیت، کشور ایران در شبکه جهانی تجارت در سالیان اخیر یک کشور غیرمهم بوده و

همواره در رتبه‌های میانی قرار داشته است. این وضعیت در واردات کالا بدتر از صادرات بوده است؛ در حالی که کشورهای برگزیده شده در این مطالعه همگی وضعیتی به مراتب بهتر از ایران داشته‌اند و چهار کشور آمریکا، چین، آلمان و ژاپن بیشترین رتبه را در این شبکه‌ها داشته‌اند. جدول ۳ شاخص‌های محاسبه شده برای ایران و هفت کشور منتخب در شبکه صادرات و واردات کالا را بیان می‌کند.

جدول ۳. شاخص‌های محاسبه شده برای ایران و هفت کشور منتخب در شبکه صادرات و واردات

جریان	شاخص	سال	رتبه ایران	ایران	آمریکا	ژاپن	آلمان	چین	ترکیه	هند	کره جنوبی		
صادرات	درجه هر رأس	۲۰۰۰	۹۴	۴۵	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۱	۱۰۳	۱۰۳		
		۲۰۰۵	۵۹	۹۰	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۲	۱۰۳	۱۰۲		
		۲۰۱۰	۵۴	۹۵	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳		
	مرکزیت میانی	مرکزیت میانی	۲۰۱۱	۶۲	۹۰	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	
			۲۰۰۰	۵۰	۱۵۶۶	۴۲۳	۷۱۲۴	۶۱۶۶	۵۴۵۸	۲۹۴۶	۲۱۹۹	۴۱۴۶	
			۲۰۰۵	۶۱	۱۱۹۳	۵۰	۵۰	۵۰	۴۵	۲۲۹۸	۳۶۱۳	۲۵۶۷	
		مرکزیت مقدر ویژه	مرکزیت مقدر ویژه	۲۰۱۰	۵۱	۱۳۱	۳۹۲۶	۳۸۰۴	۲۹۵۲	۲۹۵۲	۲۴۲۴	۴۲۲۵	۲۹۵۲
				۲۰۱۱	۴۸	۱۴	۳۴۳۱	۲۸۹	۳۴۳۱	۳۳۷۵	۲۱۷۶	۲۹۳۱	۲۸۹
				۲۰۰۰	۶۱	۰۷۷	۰۶۹	۱	۰۹۹	۰۹۶	۰۸۸	۰۶۶	۰۹۲
			مرکزیت مقدر ویژه	۲۰۰۵	۴۸	۰۸۶	۱	۱	۱	۰۹۹	۰۹۲	۰۹۷	۰۹۴
				۲۰۱۰	۴۴	۰۹	۰۹۹۵	۰۹۹۳	۰۹۸	۰۹۸۸	۰۹۶۵	۰۹۷۵	۰۹۸۸
				۲۰۱۱	۵۴	۰۸۸	۱	۰۹۹۳	۱	۰۹۹۱	۰۹۷۸	۰۹۸۳	۰۹۹۳
واردات	درجه هر رأس	۲۰۰۰	۸۱	۷۵	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۱	۹۹	۹۷	۱۰۲		
		۲۰۰۵	۹۲	۷۶	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲		
		۲۰۱۰	۹۰	۹۰	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳		
	مرکزیت میانی	مرکزیت میانی	۲۰۱۱	۹۱	۸۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۳	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۳	
			۲۰۰۰	۵۶	۱۲۶۶	۱۹۳۹	۳۴	۳۴	۲۵۵۹	۲۴۸۲	۱۲۰۵	۲۷۱۷	
			۲۰۰۵	۷۳	۶۴۲	۲۳۵۴	۲۳۵۴	۲۳۵۴	۲۰۸۵	۱۷۵	۱۸۱	۱۸۱	
		مرکزیت مقدر ویژه	مرکزیت میانی	۲۰۱۰	۶۵	۷۱۴	۱۵۹۶	۱۵۹۶	۱۵۹۶	۱۴۶۶	۱۴۵۳	۱۴۶۶	
				۲۰۱۱	۸۶	۳۴۹	۱۲۸۱	۱۲۸۱	۱۲۸۱	۱۲۴۵	۱۲۸۱	۱۱۵	۱۲۸۱
				۲۰۰۰	۴۱	۰۹۴	۰۶۸	۰۶۸	۰۶۸	۰۹۹	۰۹۵	۰۶۷	۰۹۶
			مرکزیت مقدر ویژه	۲۰۰۵	۴۴	۰۹۶	۰۶۸	۰۶۸	۰۶۸	۱	۰۹۷	۰۹۸	۰۹۸
				۲۰۱۰	۵۱	۰۹۶	۰۶۸	۰۶۸	۰۶۸	۰۹۹	۰۹۸	۰۹۷	۰۹۸
				۲۰۱۱	۶۳	۰۹۴	۰۶۸	۰۶۸	۰۶۸	۰۹۹	۰۹۸	۰۹۸	۰۹۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

## ۶. نتیجه‌گیری

در این پژوهش سعی شد، با استفاده از شبکه‌های پیچیده و رهیافتی نو، اطلاعاتی درباره ساختار شبکه جهانی تجارت کالاها (صادرات و واردات) استخراج شود تا بر اساس آن‌ها بتوان تجارت جهانی را به صورت سیستمی پیچیده، که می‌تواند دارای رفتار مخصوص به خود باشد، بررسی کرد. به همین سبب، شبکه صادرات و واردات کالا با استفاده از آمار تجارت دوجانبه ۱۰۴ کشور به یکدیگر برای چهار سال ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ تشکیل شد و سپس ویژگی‌های این شبکه‌ها و ایران در آن‌ها محاسبه شد.

با توجه به نتایج، شبکه‌های صادرات و واردات کالا در همه سال‌های در نظر گرفته شده از توزیع پاور پیروی می‌کنند و دارای ضریب خوشه‌بندی بالا هستند. این نتایج به تأیید این نظریه می‌پردازد که شبکه جهانی تجارت ویژگی‌هایی مانند شبکه‌های پیچیده دارد. همچنین، با توجه به نتایج استخراج شده برای ایران، می‌توان به این نکته اشاره کرد که ایران بازیگری مهم در این شبکه نیست و بر اساس شاخص‌های مرکزیت محاسبه شده ایران از حیث رتبه همواره در میانه کشورهای برگزیده شده بوده است. از طرفی دیگر، از حیث تنوع شرکای تجاری، ایران وضعیتی بهتر از میانگین کشورهای برگزیده شده داشته است، اما در مقایسه با هفت کشور برگزیده شده وضعیت مناسبی ندارد. همچنین، بررسی شرکای طرف تجاری ایران نشان می‌دهد که به طور متوسط شرکای تجاری ایران رابطه کمی با دیگر کشورهای در نظر گرفته شده در این مطالعه (۱۰۴ کشور) داشته‌اند؛ حال آنکه بررسی این شاخص برای هفت کشور برگزیده شده نشان از رابطه تجاری آن‌ها با شرکای تجاری پُر اهمیت در این شبکه دارد.

این نتایج برای ایران، به منزله کشوری که تحت تأثیر تحریم‌های اقتصادی است، بسیار حائز اهمیت است. با افزایش شرکای تجاری و تنوع بخشی به کشورهای طرف تجاری نقش و اهمیت ایران در شبکه جهانی تجارت افزایش می‌یابد و حذف آن از این شبکه تبعات زیادی برای همه بازیگران این شبکه به همراه خواهد داشت. از طرفی، در صورت بروز مشکل برای اقتصاد ایران، می‌توان با انتقال برخی آثار بحران‌های به وجود آمده به دیگر کشورها از آثار آن‌ها در اقتصاد کشور کاست. به همین سبب،

پیشنهاد می‌شود، با افزایش کشورهای طرف تجاری ایران، نقش ایران در شبکه جهانی تجارت تقویت شود و ایران به بازیگری مهم در این شبکه تبدیل شود.

### منابع

1. Albert, R. & Barabási, A.L. (2002). *Statistical mechanics of complex networks*, Rev Mod Phys, 74, 47-97.
2. De Benedicts, L., Nenci, S., Santoni, G., Tajoli, L. & Vicarelli, C. (2013). *Network Analysis of World Trade using the BACI-CEPII dataset*, CEPII Working Paper.
3. 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, (2), P02002.
4. Bhattacharya, K., Mukherjee, G. & Manna, S. (2007). *The international trade network*, In: Chatterjee A, Chakrabarti B (eds), *Econophysics of markets and business networks*, Springer, Milan.
5. Duenas, M. & Fagiolo, G. (2013). *Modeling the International-Trade Network: A Gravity Approach*, Journal of Economic Interaction and Coordination, 8, 155-178.
6. Fagiolo, G., Reyes, J. and Schiavo, S. (2010). *The Evolution of the World Trade Web*, Journal of Evolutionary Economics, 20, 479-514.
7. Fagiolo, G., Reyes, J. & Schiavo, S. (2008). *On the topological properties of the world trade web: A weighted network analysis*, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Elsevier, 387(15), 3868-3873.
8. Foti, N.J., Scott, P. & Rockmore, D.N. (2013). *Stability of the world trade web over time- an extinction analysis*, Journal of Economic Dynamics & control, 37, 1889-1910.
9. Freeman, L.C. (1994). *Visualizing social networks*, Journal of social structure, 1, 1-8.
10. Garlaschelli, D. & Loffredo, M.L. (2004). *Fitness-dependent topological properties of the world trade web*, Physical Review Letters, 93(18), 1-4.

11. Kali, R. & Reyes, J. (2010). *Financial Contagion on the International Trade Network*, *Economic Enquiry*, 48(4), 1072-1101.
12. Kali, R. & Reyes, J. (2007). *The architecture of globalization: a network approach to international economic integration*, *Journal of International Business Studies*, 38, 595-620.
13. Kastle, T.H. & Steen, J.T. (2005). *Globalisation and connectedness in international business: The new science of networks*, In: H.W. Volberda, 3rd Annual JIBS/AIB/CIBER Invitational Conference on Emerging Research Frontiers in International Business, JIBS Conference, Rotterdam, The Netherlands, 28-30 September.
14. Li, X., Jin, Y.Y. & Chen, G. (2003). *Complexity and synchronization of the world trade web*, *Physica A Statistics Mechanics and its Applications*, 328 (1-2), 287-296.
15. Jackson, M. (2008). *Social and Economic Networks*, Princeton University Press.
16. Serrano, M. & Boguna, M. (2003). *Topology of the world trade web*, *Physical Review E.*, 68(1), 1-5.
17. Scott, J. (2000). *Social Networks Analysis: A handbook*, London, Sage.
18. Wasserman, S. & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis, Methods and Applications*, Cambridge University Press.
19. Watts, D. & Strogatz, S. (1998). *Collective dynamics of 'small-world' networks*, *Nature*, 393, 440-442.

### پیوست ۱. اسامی کشورهای برگزیده شده در مطالعه

کانادا، فرانسه، آلمان، ایتالیا، هلند، اسپانیا، آمریکا، چین، ژاپن، کره، سوئیس، انگلستان، هنگ کنگ، مالزی، پرتغال، هندوستان، سوئد، بلژیک، دانمارک، لهستان، ترکیه، نروژ، تایلند، برزیل، ایرلند، استرالیا، فنلاند، اندونزی، سنگاپور، اتریش، جمهوری چک، یونان، بلغارستان، کلمبیا، روسیه، مجارستان، فیلیپین، مکزیک، اکراین، مصر، نیوزیلند، آرژانتین، رومانی، اسلونی، قبرس، لبنان، اسرائیل، کرواسی، لاتویا، شیلی، لیتوانی، اسلوکی، مراکش، اردن، پرو، استونی، غنا، اروگوئه، تونس، اکوادور، ایران، یوگوسلاوی، مالت، کاستاریکا، پاناما، اوگاندا، عمان، گواتمالا، تانزانیا، ماریتوس، سنگال، ساحل عاج، گرجستان، ایسلند، اتیوپی، هندوراس، قزاقستان، پاراگوئه، ونزوئلا، کامرون، ماداگاسکار، آلبانی، الجزایر، باربادوس، السالوادور، موزامبیک، بولیوی، زامبیا، مقدونیه، جامائیکا، نیکاراگوئه، آذربایجان، ارمنستان، توگو، نیجر، مولداوی، مالی، گویان، باهاماس، بلیز، مالدیو، کیپ ورد، سنت وینست، گرینلند.