Archive of SID

فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی
سال چهارم/ شماره ۱۳/ زمستان ۱۳۹۷/ صفحات ۶۶-۴۱

توپولوژی شبکه تجارت بین‌الملل سوخت و جایگاه ایران

رضا نجارزاده
دانشیار دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده مسئول)
najarzar@modares.ac.ir
کاظم بیابانی خامنه
دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، دانشگاه تربیت مدرس
biabany@outlook.com

تمرکز منابع سوخت‌های فسیلی در مناطق جغرافیایی خاص و ماهیت استراتژیک سوخت به‌عنوان یک کالای قابل‌مبادله، شبکه‌ای درهم‌تنیده و پیچیده از روابط تجاری میان کشورهای واردکننده و صادرکننده سوخت را پدید آورده است. در این تحقیق با بهره‌گیری از نظریه گراف، توپولوژی شبکه تجارت سوخت در سال ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷ تجزیه‌وتحلیل و خوشه‌های تجاری در تجارت سوخت و کشورهای عضو آنها شناسایی شده‌اند. سپس جایگاه و اهمیت بازیگران اصلی تجارت سوخت مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که شبکه تجارت سوخت یک شبکه تماماً هم‌بند است که به‌طور محسوس تحولاتی از قبیل رشد تعداد ارتباطات تجاری و افزایش شکل‌گیری روابط در قالب خوشه‌های تجاری و منطقه‌ای شدن را شاهد بوده است. همچنین لزوماً کشورهای با سهم صادراتی بالا تأثیرگذاری بیشتری در تجارت سوخت ندارند و درعین‌حال با افزایش سهم در تجارت سوخت، کشورها به تجارت فراتر از خوشه‌های تجاری متمایل‌تر می‌شوند. نهایتاً نتایج حاکی از کم شدن اهمیت ایران در تجارت سوخت است.

واژگان کلیدی: نظریه گراف، سوخت‌های فسیلی، شبکه‌های پیچیده، خوشه‌های تجاری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۷

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

۱. مقدمه

در عصر جهانی‌شدن که تمام کشورها برای تأمین پایدار نیازهای خود به تجارت بین‌الملل متکی هستند، سوخت یکی از کالاهای ضروری و استراتژیک است که از یک‌سو کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه برای فعالیت‌های اقتصادی شدیداً به این نهاده وابسته هستند و از سوی دیگر به دلیل عدم توزیع یکسان منابع سوخت‌های فسیلی جریانی از تجارت سوخت بین کشورها وجود دارد (نیکی اسکویی و همکاران، ۱۳۹۷) که عمدتاً منبع مهم درآمدی کشورهای صادرکننده نیز تلقی می‌شود. ویژگی‌هایی که این کالا دارد (امکان ذخیره‌سازی و درجه همگنی بالا) باعث می‌شود کشورهای عرضه‌کننده سوخت با درجه بالایی از رقابت در سطح جهانی مواجه باشند و کشورهای مصرف‌کننده نیز بتوانند از کشورهای مختلفی این کالا را تأمین کنند. در نتیجه شبکه درهم‌تنیده‌ای از روابط در تجارت سوخت شکل می‌گیرد که کشورهای عرضه‌کننده و واردکننده در مجموعه‌ای از رفتارهای استراتژیک، هر دو تمایل خواهند داشت در جهت ثبات تجاری و متنوع سازی ریسک (یکی به جهت افزایش امنیت انرژی و دیگری برای کاهش ریسک درآمد صادراتی) بیشترین تعداد روابط تجاری پایدار و اقتصادی را برقرار کنند. از سوی دیگر هر دو نوع کشور خواهان این هستند که اهمیت خود را در شبکه تجارت سوخت افزایش دهند تا به بازیگری مهم در این صحنه تبدیل شوند و از این طریق بتوانند به قدرت چانه‌زنی دست‌یافته، منافع خود را حداکثر نموده و حتی قواعد بازی را تعیین کنند.

بنابراین فهم نقش کشورها در تجارت بین‌الملل سوخت و پویایی‌های روابط بین کشورها برای سیاستگذاری در حوزه تجارت و امنیت انرژی بسیار کلیدی خواهد بود. با این حال شبکه تجارت بین‌الملل -مانند هر شبکه دیگری از روابط- به‌گونه‌ای نیست که عملکرد یک عضو آن

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

به‌صورت ایزوله ارزیابی شود بلکه ساختار روابط دیگر اعضای شبکه و تغییر و تحولات توپولوژیک[1] روابط شبکه بر چگونگی عملکرد یک عضو تأثیر غیرقابل انکاری خواهد داشت. تجزیه‌وتحلیل مبتنی بر شبکه این امکان را مهیا می‌کند که الگوهای در حال ظهور و محدودیت‌ها و توانایی‌های بازیگران را در شبکه‌ای از روابط متقابل شناسایی و ارزیابی کنیم. در این چهارچوب نظریه گراف[2] ابزار کمی مهمی است که در تجزیه‌وتحلیل شبکه‌ها معیارهای محاسباتی قدرتمندی در اختیار محققین می‌گذارد. از این‌رو هدف از تحقیق حاضر تجزیه‌وتحلیل شبکه تجارت بین‌المللی سوخت و ارزیابی نقش کشورهای اصلی به‌ویژه ایران در تجارت سوخت با به کار بردن نظریه گراف در ریاضیات است. با استفاده از معیارهای مبتنی بر نظریه گراف علاوه بر اینکه امکان ارزیابی کشورها از نظر معیارهای سنتی تجارت نظیر تعداد روابط تجاری و سهم از تجارت بین‌الملل وجود دارد، قادر خواهیم بود که کشورها را از نظر اهمیت ارتباطات تجاری آنها، تأثیرگذاری بر جریان تجارت، تجارت در خوشه‌های تجاری و معیارهایی از این دست شناسایی و رتبه‌بندی کنیم.

به این ترتیب در ادامه ابتدا مفاهیم اصلی نظریه گراف به‌صورت اجمالی ارائه می‌گردد. آنگاه پیشینه‌ای از تحقیقات انجام‌شده در این حوزه مرور شده و در نهایت داده‌های شبکه تجارت سوخت تجزیه‌وتحلیل و نتایج به‌دست‌آمده ارائه می‌شود.

۲. نظریه گراف[3]

مفاهیم پایه: یک گراف ساده را با $G=(V,E)$ نشان می‌دهیم که در آن V رأس‌ها[4] یا گره‌ها[1] و E مجموعه‌ای از یال‌ها[2] است. یک گراف از یال‌هایی شکل‌گرفته که گره‌ها را به هم

1. Topologic
2. Graph Theory

۳. این بخش عمدتاً برگرفته از دوبندیکتیس و همکاران (۲۰۱۴) و شنتون (۲۰۱۷) است.

4. Vertex

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

متصل کرده است. می‌گوییم که دو گره متصل[3] هستند اگر یک یال مشترک داشته باشند. ویژگی‌های اتصال‌های یک گراف را با استفاده از ماتریس مجاورت[4] A توصیف می‌کنیم. ماتریس مجاورت ماتریسی $n\times n$ است که n در آن تعداد گره‌ها در گراف است. اگر یک جفت از گره‌ها با یک یال متصل باشند به آنها مجاور می‌گوییم و درایه سطر i و ستون j ماتریس مجاورت گراف که با a_{ij} نشان می‌دهیم به ازای آن مقدار ۱ می‌گیرد و در غیر این صورت مقدار صفر. اگر ماتریس مجاورت متقارن باشد یعنی $a_{ij}=a_{ji}$، آنگاه نشان‌دهنده یک گراف غیرجهت‌دار[5] است. در مقابل گراف جهت‌دار[6] گرافی است که یال‌ها از یک گره به سمت گره دیگری برقرار هستند و ماتریس مجاورت لزوماً متقارن نیست. به‌عبارت‌دیگر اگر یالی گره i را به گره j متصل کرده باشد لزوماً عکس آن برقرار نیست. اگرچه این امکان نیز وجود دارد که در گراف جهت‌دار از گره j به گره i نیز یالی برقرار باشد. در گراف جهت‌دار باید درجه-ورود[7] k_i^{in} و درجه-خروج[8] k_i^{out} را مشخص کنیم که نشان‌دهنده تعداد یال‌های ورودی و خروجی به گره i هستند. جمع این دو درجه کل گره خواهد بود. درجه یک گره اطلاعت مهمی درباره گره ارائه می‌دهد مثلاً می‌توان اهمیت گره را نسبت به دیگر گره‌ها مشخص کرد.

مسیر بین دو گره دنباله‌ای از گره‌های مجاور است که هر جفت گره متوالی با یک یال به هم متصل هستند. علاوه بر این نمی‌توان از یک گره بیش از یک‌بار عبور کرد. به این ترتیب طول یک مسیر با محاسبه تعداد یال‌هایی که برای رسیدن به گره j از گره i باید طی نمود به‌دست

1. Node
2. Edge
3. Connected
4. Adjacency matrix
5. Undirected graph
6. Directed graph
7. In-degree
8. Out-degree

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

می‌آید. کوتاه‌ترین مسیر بین دو گره، مسیر ژئودسیک[1] و طول آن مسیر، فاصله ژئودسیک[2] نامیده می‌شود. تعداد کوتاه‌ترین مسیرها، N_{ij}، بین یک جفت گره از ماتریس مجاورت مشخص می‌شود. اگر مسیری مستقیم بین دو گره باشد یعنی $d_{ij}=1$، آنگاه $a_{ij}=1$. تعداد مسیرهای با طول d به‌صورت ذیل مشخص می‌شود:

$$N_{ij}^{(d)}=\left[A^{d}\right]_{ij} \qquad (۱)$$

که در آن $[\ldots]_{ij}$ نشان‌دهنده درایه ij ماتریس A است. این رابطه برای هر دو گراف جهت‌دار و بی‌جهت برقرار است. فاصله بین گره i و j مسیر با کوتاه‌ترین d است که $N_{ij}^{(d)}>0$. ماتریس درجه یک ماتریس $\mathrm{n}\times\mathrm{n}$ است که درایه‌های قطری آن متناظر با درجه گره i ام و درایه‌های غیر قطری آن برابر صفر است. در یک گراف جهت‌دار تعداد کل یال‌ها به‌صورت ذیل است:

$$|E|=\sum_{i=1}^{N}k_i^{in}=\sum_{i=1}^{N}k_i^{out} \qquad (۲)$$

و میانگین درجه یک گراف برابر $k=\frac{|E|}{N}$ بوده و چگالی[3] یا تراکم گراف از تقسیم میانگین درجه به حداکثر تعداد یال‌های ممکن به‌دست می‌آید: $\delta=\frac{k}{N-1}$. در گراف‌هایی که تماماً هم‌بند[4] هستند، یعنی همه گره‌ها از یک گره دیگر قابل‌دستیابی است، قطر گراف را می‌توان به‌صورت طولانی ترین-کوتاه ترین مسیر بر روی تمام جفت گره‌ها $\left(n_i,n_j\right)$ اندازه گرفت. قطر گراف در واقع طولانی‌ترین مسیر بین دو گره‌ای است که بیشترین فاصله را از یکدیگر

1. Geodesic path
2. Geodesic distance
3. Density
4. Fully connected

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

دارند. متوسط طول مسیر d، میانگین فاصله بین تمام جفت گره‌ها در یک گراف است. برای یک گراف جهت‌دار با N گره داریم[۱]:

$$d = \frac{1}{N.(N-1)} \sum_{i \neq j}^{N} d(n_i, n_j) \qquad (۳)$$

گراف وزن‌دار[۲] گرافی است که به یال‌های آن مقادیری نسبت داده شده که اهمیت یا وزن آن یال را نشان می‌دهد. ماتریس مجاورت چنین گرافی ماتریس مجاورت وزن‌دهی شده نامیده می‌شود و درایه‌های آن مانند قبل شامل درایه‌های صفر و یک نیست بلکه هر مقداری می‌تواند داشته باشد. مؤلفه‌های[۳] یک گراف زیرمجموعه‌های گراف با خصیصه‌هایی هستند که هر گره‌ای و هر گره دیگری در این زیرمجموعه متصل هستند یعنی دوبه‌دو قابل دستیابی‌اند. اگر کل گراف تشکیل یک مؤلفه بدهد می‌گوییم که گراف تماماً هم‌بند است. گراف غیرهم‌بند نیز شامل دو یا چند مؤلفه است.

معیارهای سنجش گراف: اغلب مایلیم ببینیم که چه تعداد گره در یک گراف درجه‌های یکسانی دارند. رسم نمودار پراکندگی تمام درجات گره‌ها توزیع درجه را نشان می‌دهد. اگر N گره در گراف وجود داشته باشند و N_k تا از آنها درجه k داشته باشند توزیع درجه به‌صورت $\mathrm{P}(k) = \frac{N_k}{N}$ است. توزیع درجه را می‌توان به‌عنوان احتمال اینکه به‌صورت تصادفی گره‌ای انتخاب شود که درجه k داشته باشد در نظر گرفت. میانگین درجه یک گراف را نیز می‌توان به‌صورت $k = \sum_{k=0}^{\infty} k\mathrm{P}(k)$ حساب کرد. دسته‌های متراکم و با پیوستگی بالای گره‌ها تشکیل

۱. برای گراف بی‌جهت سمت راست را در ۲ ضرب می‌کنیم.

2. Weighted graph
3. Components

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

خوشه می‌دهند. ضریب خوشه‌بندی[1] به تعداد مثلث‌ها[2] در گراف مرتبط است. ضریب خوشه‌بندی محلی[3] گره i از تقسیم تعداد مثلث‌های بسته متصل به گره i به تعداد مثلث‌های متمرکز به گره i به‌دست می‌آید. منظور از مثلث نیز گره واحدی است که با یال‌هایی به دو گره دیگر متصل است. ضریب خوشه‌بندی محلی را می‌توان به‌عنوان معیاری از چگالی محلی گراف در نظر گرفت. هرچه تراکم اتصالات متقابل همسایگی‌های یک گره بیشتر باشد، ضریب خوشه‌بندی بزرگ‌تر است. ضریب خوشه‌بندی گراف جهت‌دار به‌صورت $Cl_d(i)=\frac{E_i}{k_i(k_i-1)}$ است. که در آن E_i تعداد یال‌های میان k_i همسایه گره i است. ضریب خوشه‌بندی محلی در بازه $0\le Cl(i)\le 1$ قرار دارد که $Cl(i)=0$ به معنی نبود هیچ‌گونه یالی بین همسایه‌های i است و $Cl(i)=1$ دلالت دارد بر اینکه هر همسایه به دیگری متصل است. برای گره‌های با درجه صفر و یک ضریب خوشه‌بندی را صفر قرار می‌دهیم. ضریب خوشه‌بندی فراگیر نیز میانگین ضرایب خوشه‌بندی محلی در گراف است. این معیار را می‌توان به این احتمال در نظر گرفت که اگر دو گره همسایه به‌طور تصادفی انتخاب شوند به یکدیگر متصل‌اند. در گراف‌های تصادفی ضریب خوشه‌بندی فراگیر عموماً کم بوده و با افزایش اندازه گراف به صفر میل می‌کند.

برخی گره‌ها به خاطر موقعیت توپولوژیکی که در گراف دارند حائز اهمیت هستند. این ویژگی گراف را مرکزیت[4] می‌نامیم. با این حال معیارهای مختلفی برای مرکزیت وجود دارد.

1. Clustering
2. Triangular
3. Local clustering coefficient
4. Centrality

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

مرکزیت استحکام[1] یا استحکام گره در گراف‌های وزن‌دار با کل وزن یال‌های گره اندازه گرفته می‌شود. برای گره i، مرکزیت استحکام به‌صورت ذیل است:

$$C_s(i)=\sum_{j=1}^{N} a_{ij} w_{ij} \qquad (۴)$$

که در آن w_{ij} وزن یال بین گره i و j است. مرکزیت نزدیکی[2] تعداد گام‌هایی که طول می‌کشد تا از یک گره خاص به گره دیگری در گراف برسیم را اندازه می‌گیرد. برای گره i:

$$C_c(i)=\sum_{j\neq i}^{N} \frac{1}{d_{ij}} \qquad (۵)$$

که در آن d_{ij} کوتاه‌ترین فاصله میان گره i و j است. اگر گره i مستقیماً به تمام گره‌ها متصل باشد معیار فوق برابر ۱ می‌شود. یک گره با مرکزیت نزدیکی بالا می‌تواند سریع‌تر با دیگر گره‌ها ارتباط برقرار کند. این گره‌ای می‌تواند موقعیت بهتری داشته باشد به‌گونه‌ای با افزایش ارتباطات امکان تأمین نیازهای گره افزایش و وابستگی گره به گره‌های خاص کاهش می‌یابد. همچنین دسترسی گره به منابع موجود در گراف افزایش می‌یابد ضمن اینکه گره می‌تواند نقش بازارساز، واسط و کارگزار[3] را بازی کند. مرکزیت میانی[4] دفعاتی که یک گره در مسیر بین دو گره قرار می‌گیرد را اندازه می‌گیرد (به این صورت که مثلاً برای رسیدن به گره j با شروع از گره k باید از گره i گذشت):

$$C_b(i)=\sum_{j,k\neq i} \frac{d_{ijk}(i)}{d_{jk}} \qquad (۶)$$

که در آن d_{jk} تعداد کوتاه‌ترین مسیرهای j به k و $d_{ijk}(i)$ تعداد آن مسیرهایی است که از i می‌گذرد. گره‌ای با مرکزیت میانی بالا گره‌ای برجسته و مهم است زیرا در

1. Strengthens centrality
2. Closeness centrality
3. Broker
4. Betweenness centrality

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

موقعیتی است که جریان اطلاعات جاری‌شده در گراف را مشاهده یا کنترل می‌تواند کند. گره با مرکزیت میانی بالا با قرار گرفتن در یک مسیر ژئودیسک دارای قدرت بالایی در گراف است. در گراف‌های وزن‌دار، مرکزیت میانی براساس تمام مسیرهای بین گره‌ها اندازه گرفته می‌شود، نه فقط مسیرهای ژئودسیک، در نتیجه مرکزیت میانی جریانی[1] نام می‌گیرد و سهم یک گره را در حداکثر جریان‌های جاری در گراف اندازه می‌گیرد. مرکزیت بردار ویژه[2] اهمیت یک گره را براساس اهمیت گره‌هایی که به آن متصل است، اندازه می‌گیرد. به عبارتی مرکزیت گره‌هایی که به گره i متصل هستند اهمیت گره i را در گراف مشخص می‌کنند. مرکزیت بردار ویژه گره i براساس مجموع مرکزیت بردار ویژه همسایگان آن به‌دست می‌آید، که به فرم ماتریسی $(1-\mathrm{L})\overrightarrow{C_E}=0$ است و در آن 1 ماتریس واحد $n\times n$ و L ماتریس مجاورت و $\overrightarrow{C_E}$ بردار $n\times 1$ مرکزیت بردار ویژه گره‌ها است. در واقع گره‌های با مرکزیت بردار ویژه بالا گره‌هایی هستند که به گره‌هایی بسیار متصل‌اند که خود آن گره‌ها نیز به بسیاری گره دیگر متصل‌اند. جزیره‌ای بودن[3]، برای اندازه‌گیری ارتباطات متقابل گره‌هایی است که به شکل خوشه یا اجتماع[4] با یکدیگر در ارتباط هستند. جزیره‌ای بودن تعداد یال‌هایی است که در داخل گروه‌ها است منهای تعدادی که انتظار می‌رود در یک شبکه تصادفی هم‌ارز وجود داشته باشد که با تابع مقداری Q اندازه گرفته می‌شود به‌طوری‌که این تابع باید بیشینه شود؛ برای یک گراف جهت‌دار (ژونگ و همکاران، ۲۰۱۷):

1. Flow Betweenness centrality
2. Eigenvector centrality
3. modularity
4. Community

www.SID.ir

Archive of SID

$$Q=\frac{1}{m}\sum_i\sum_j\left[a_{ij}-\frac{k_i^{out}k_i^{in}}{m}\right]\delta\left(c_i,c_j\right) \quad (۷)$$

که در آن $m=\sum_i k_i^{out}=\sum_i k_i^{in}=\sum_i\sum_j a_{ij}$، $\delta\left(c_i,c_j\right)=\begin{cases}1 & c_i=c_j\\ 0 & c_i\neq c_j\end{cases}$ و c_i اجتماعی است که گره i به آن تعلق دارد، آنگاه $\delta\left(c_i,c_j\right)=1$ اگر گره i و j در یک اجتماع باشند، در غیر این صورت $\delta\left(c_i,c_j\right)=0$.

۳. پیشینه تحقیق

با افزایش قدرت محاسباتی رایانه‌ها، تحلیل‌های شبکه‌ای با تأکید بر مدل‌های ریاضی نظریه گراف در مطالعات انجام‌شده توسط جامعه شناسان، فیزیک‌دانان و بسیاری حوزه‌های دیگر رشد چشمگیری داشته است. اقتصاددانان تجربی نیز با در نظر گرفتن بازارها، صنایع و سیستم اقتصاد جهانی به شکل ساختار شبکه‌ای به تحلیل‌های مبتنی بر نظریه گراف بهای بیشتری داده‌اند و مطالعات تجربی در حوزه تجارت بین‌الملل نیز از جمله پیشتازان مطالعات مبتنی بر شبکه در اقتصاد بوده‌اند.

در یکی از نخستین کاربردهای نظریه گراف در تجارت بین‌الملل، سرانو و بوگانا (۲۰۰۳) توپولوژی شبکه تجارت جهانی را بررسی کرده‌اند. به نظر آنها این شبکه ویژگی‌های عادی شبکه‌های پیچیده نظیر توزیع درجه بدون مقیاس را به‌گونه‌ای دارد که ویژگی‌های جهان کوچک[1] نظیر ضریب خوشه‌بندی بالا را نیز داراست، فلذا شبیه به شبکه‌های تصادفی نیست. به نظر باتاچاریا و همکاران (۲۰۰۸) شبکه تجارت بین‌الملل به‌عنوان مثالی عالی از شبکه‌های وزن‌دار است که وزن یال‌های شبکه اندازه حجم تجارت بین دو کشور است. آنها داده‌های تجارت بین‌الملل را برای ۵۳ سال بررسی کردند و نتیجه گرفتند که شبکه تجارت بین‌الملل نظیر بسیاری

1. Small world

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

از شبکه‌های جهان واقعی، ساختاری ثابت مقیاس[1] دارد. دوبندیکتیس و تاجولی (۲۰۱۱) ویژگی های ساختاری جریانات تجاری در صنایع مختلف را بررسی کردند. آنها با بررسی معیارهایی نظیر تراکم، توزیع درجه و مرکزیت نتیجه گرفتند که شبکه تجارت در صنایع مختلف تفاوت‌های قابل‌توجهی دارد و لزوماً رقابت بین‌المللی در صنایعی که کالاهای همگن تولید می کنند بیشتر نیست. آنها با توجه به چگالی پایین شبکه تجارت جهانی نتیجه گرفتند که تجارت جهانی یک شبکه ناکامل است. کشورها شرکای خود را انتخاب می کنند و از تمام بازارهای صادراتی و وارداتی استفاده نمی کنند. دوبندیکتیس و همکاران (۲۰۱۴) برخی از ویژگی‌های کاربردی نظریه گراف‌ها را معرفی نموده و با تأکید بر معیارهای مرکزیت، راهی برای توصیف سطح ناهمگنی کشورها در جریان تجارت دوجانبه نشان می‌دهند. آنها همچنین شبکه تجارت جهانی را برای سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۹۵ به دو صورت گراف وزن‌دار و بی‌وزن تجزیه تحلیل نموده‌اند. نتایج آنها حاکی از اهمیت امریکا و کشورهای اروپایی در تجارت بین‌الملل و اهمیت چین به‌عنوان شریک تجاری اغلب کشورهای پیشرفته است.

جی و همکاران (۲۰۱۴) شبکه تجارت نفت را در سال ۲۰۱۰ تجزیه‌وتحلیل نمودند. نتایج آنها نشان می‌دهد که شبکه تجارت نفت یک شبکه بی مقیاس است و سه بلوک تجاری شامل «بلوک امریکای جنوبی-افریقای غربی-شمال امریکا»، «بلوک خاورمیانه-آسیا-منطقه پاسیفیک» و «بلوک اتحادیه جماهیر شوروی سابق-شمال امریکا-اروپا» است. ژونگ و همکاران (۲۰۱۷) الگوی جهانی تجارت سوخت‌های فسیلی را برای سال‌های ۲۰۱۴- ۲۰۰۰ بررسی کردند. آنها با استفاده از الگوریتم جزیره‌ای، وجود پنج اجتماع تجاری را شناسایی کرده و عقیده دارند بلوک‌های تجاری و سازمان‌های تجاری نقش مهمی در اجتماعات تجاری شناسایی‌شده دارند ولیکن اثر آنها محدود است. به نظر آنها عوامل جغرافیایی و امریکا و روسیه اهمیت بیشتری در تجارت سوخت‌های فسیلی

1. Scale invariant structure

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

پیدا کرده‌اند. کندوگان (۲۰۱۸) با تعدیل برخی معیارهای نظریه گراف نظیر خوشه‌بندی، مرکزیت نزدیکی، میانی و درجه‌ای به تجزیه‌وتحلیل ویژگی‌های توپولوژیکی شبکه تجارت بین‌الملل پرداخت. نتایج وی نشان می‌دهد که ضریب خوشه‌بندی برای کشورهای کوچکِ توسعه‌یافته بزرگ‌تر است. همچنین کشورهای بزرگِ توسعه‌یافته و برخی کشورهای آسیایی در معیارهای مرکزیت دیگر جزو کشورهای بالایی در رتبه‌بندی براساس معیارها هستند. نتایج تحقیق وی نشان می‌دهد که در طول زمان خوشه‌بندی و متوسط مرکزیت میانی شبکه تجارت بین‌الملل کاهش و متوسط مرکزیت درجه‌ای آن افزایش یافته است.

شیرازی و همکاران (۱۳۹۴) جایگاه ایران در تجارت بین‌المللی را در سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ با محاسبه معیارهای مرکزیت در نظریه گراف، تجزیه‌وتحلیل نمودند. نتایج آنها نشان می‌دهد که در همه سال‌ها شبکه تجارت بین‌المللی دارای توزیع پاور[1] و ضریب خوشه‌بندی بالا بوده است. همچنین براساس محاسبات انجام‌شده تراکم شبکه، میانگین ارتباطات تجاری و ضریب خوشه‌بندی روندی افزایشی در طول دوره بررسی داشته‌اند. ایران نیز براساس معیارهای مرکزیت کشوری تأثیرگذار در شبکه تجارت نبوده است.

٤. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

در این بخش از تحقیق به تجزیه‌وتحلیل داده‌ها براساس معیارهای معرفی‌شده در بخش قبلی خواهیم پرداخت. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق مربوط به گروه کالایی سوخت[2] بوده و از بانک اطلاعاتی UNCTAD[3]، بخش ماتریس تجارت کالایی و براساس گزارش کشورهای

1. Power distribution
2. Fuel (SITC 3): Electric current, natural and manufactured Gas, petroleum products, Coal, coke and briquettes.
3. http://unctadstat.unctad.org

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

صادرکننده[1] استخراج شده و دو سال ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷ (اولین و آخرین سالی که ماتریس تجارت در دسترس است) را در برمی‌گیرد. به این ترتیب برای هر سال جداگانه یک گراف جهت‌دار خواهیم ساخت و برای ارزیابی تحولات شبکه، خصیصه‌های دو گراف را مقایسه می‌کنیم. در این گراف‌ها، گره‌ها کشورها و یال‌ها صادرات از کشور i به j است. برای وزن‌دهی به یال‌های گراف‌ها و امکان مقایسه بهتر گراف سال ۱۹۹۵ با سال ۲۰۱۷، ارزش دلاری صادرات هر کشور به کشور دیگر بر ارزش کل تجارت جهانی سوخت در آن سال تقسیم شده است. در نتیجه هر یال (رابطه تجاری) وزنی برابر درصد سهم صادرات کشور i به j از کل تجارت سوخت دارد و جمع وزن تمام یال‌های گراف برابر ۱۰۰ می‌شود. در اولین گام از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، توپولوژی شبکه تجارت سوخت را برای دو سال ذکرشده با استفاده از معیارهای معرفی‌شده در بخش پیشین ارزیابی می‌کنیم. نتایج محاسبات انجام‌شده در جدول (۱) گزارش شده‌اند. با بررسی و ارزیابی توپولوژی دو گراف تجارت سوخت در سال ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷ چند نکته قابل‌توجه است:

۱. تعداد کشورهای حاضر در شبکه تجارت سوخت افزایش یافته‌اند (افزایش گره‌ها به ۲۳۱).

۲. تعداد روابط تجاری حدود ۲ برابر شده است (افزایش تعداد یال‌ها به ۱۰۷۰۱).

۳. میانگین ارتباطات تجاری هر کشور حدود ۲ برابر شده و برابر ۴۶ طرف تجاری است (افزایش میانگین درجه به ۴۶).

۴. فاصله کشورهایی که با یکدیگر ارتباط تجاری مستقیم ندارند کاهش یافته است (کاهش قطر گراف از ۵ به ۴).

۵. چگالی شبکه روابط تجاری سوخت دو برابر شده است (افزایش چگالی گراف به ۰/۲).

1. Merchandise trade matrix - product groups, exports in thousands of United States dollars, annual

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

۶. متوسط فاصله بین دو کشور که رابطه تجاری مستقیم با یکدیگر ندارند کاهش یافته است (کاهش متوسط طول مسیر به ۱/۸۵).

۷. شبکه تجارت سوخت در هر دو سال نمونه تماماً هم‌بند بوده و در نتیجه تمام کشورها تحت تأثیر کل روابط شبکه هستند (تعداد مؤلفه‌ها برابر ۱).

۸. رشد شکل‌گیری ارتباطات تجاری در قالب خوشه‌های تجاری (افزایش متوسط ضریب خوشه‌بندی به ۰/۶۲۵).

۹. به‌طور متوسط توانایی هر کشور در تأثیر بر جریان تجارت سوخت کاهش یافته است (کاهش متوسط مرکزیت میانی به ۰/۰۰۳۴).

۱۰. درهم تنیدگی روابط تجاری کشورها و تعداد شرکای تجاری مشترک میان کشورها افزایش یافته است (افزایش متوسط مرکزیت نزدیکی به ۰/۵۱۴).

۱۱. کشورها ارتباطات تجاری با شرکایی که نقش بیشتری در شبکه تجارت دارند را افزایش داده‌اند (افزایش متوسط مرکزیت بردار ویژه به ۰/۳۶۹).

به‌طور کلی آن‌طور که از شواهد به‌دست آمده حاکی است، افزایش روابط تجاری هم برای کشورهای صادرکننده و هم کشورهای واردکننده در راستای متنوع سازی طرف‌های تجاری و عدم وابستگی شدید به چند کشور خاص انجام‌شده است. ضمن اینکه اهمیت کشورهای خاص در طول زمان در شبکه تجارت کاهش یافته و کاملاً همسو با استراتژی‌های بهبود امنیت انرژی است که تقریباً همه کشورها به دنبال آن هستند. افزایش ضریب خوشه‌بندی نشان می‌دهد روابط تجاری به شکل مثلثی افزایش یافته است. همچنین افزایش خوشه‌بندی حکایت از افزایش یکپارچگی در بلوک‌های تجاری و رشد موانع تجاری خارج از بلوک‌ها است. مضمون دیگری که این ویژگی دارد افزایش احتمال سرایت بحران‌های اقتصادی بین کشورهای داخل خوشه‌های تجاری است، البته در این صورت بحران‌های بروز یافته با احتمال کمتری به‌صورت فراگیر در کل شبکه تجارت گسترده می‌شوند، با این حال کشورهای داخل خوشه تجاری بیشتر از یکدیگر متأثر می‌شوند (کندوگان، ۲۰۱۸). علاوه بر این از آنجا که شبکه تجارت سوخت تماماً هم‌بند

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

است تمام روابط تجاری بین کشورها بر تک تک کشورهای حاضر در تجارت سوخت تأثیر می‌گذارد و هیچ کشوری مستقل از تجارت بین‌الملل نیست. در نمودارهای (۱) و (۲) نیز فراوانی نسبی درجه شبکه تجارت برحسب تعداد درجه-ورود و درجه-خروج ترسیم شده است. در فاصله سال‌های ۲۰۱۷- ۱۹۹۵ به‌وضوح هر دو دسته کشورهای صادرکننده و واردکننده اقدام به گسترش و متنوع سازی تعداد ارتباطات تجاری نموده‌اند.

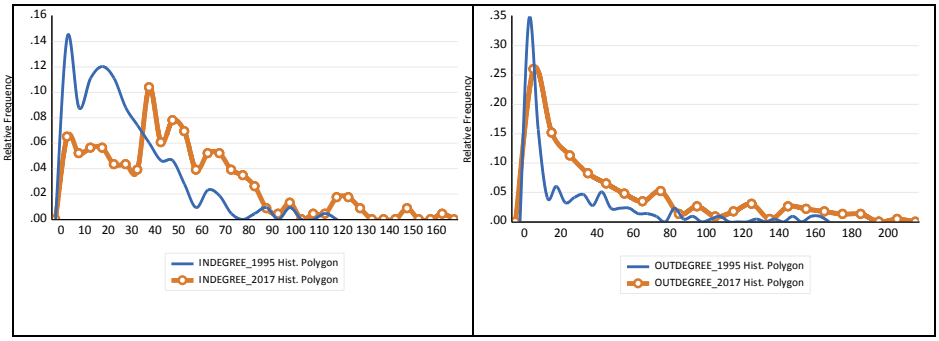
جدول ۱. توپولوژی شبکه تجارت سوخت در سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷

معیار	سال ۲۰۱۷	۱۹۹۵
تعداد گره‌ها (کشورها)	۲۳۱	۲۲۰
تعداد یال‌ها (روابط تجاری)	۱۰۷۰۱	۵۶۵۳
میانگین درجه	۴۶/۳	۲۵/۶۹
قطر گراف	۴	۵
چگالی گراف	۰/۲۰	۰/۱۱
متوسط طول مسیر	۱/۸۵۴	۲/۱۰۶
تعداد مؤلفه‌ها	۱	۱
متوسط ضریب خوشه‌بندی	۰/۶۲۵	۰/۵۳
متوسط مرکزیت میانی	۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۴۳
متوسط مرکزیت نزدیکی	۰/۵۱۴	۰/۴۱۹
متوسط مرکزیت بردار ویژه	۰/۳۶۹	۰/۲۸۵

مأخذ: نتایج تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱. فراوانی نسبی درجه- خروج (تعداد روابط صادراتی) در سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷

نمودار ۲. فراوانی نسبی درجه- ورود (تعداد روابط وارداتی) در سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷

در ادامه، با استفاده از الگوریتم جزیره‌ای بودن که پیش‌تر معرفی شد کشورهای شبکه تجارت سوخت در سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷ به اجتماع‌های تجاری تقسیم شدند که ۱۰ کشور نخست هر اجتماع تجاری براساس سهم آن از تجارت در جدول (۲) گزارش شده است. از کشورهای عضو هر اجتماع گرایش به منطقه‌ای بودن تجارت سوخت قابل برداشت است و این پدیده در فاصله این سال ها افزایش نیز یافته است (که همسو با نتیجه افزایش متوسط ضریب خوشه‌بندی است). به‌طور مثال، در سال ۱۹۹۵ ایران در اجتماعی قرار دارد که کشورهای فرانسه، ایتالیا و اسپانیا در آن هستند درحالی‌که در سال ۲۰۱۷ ایران در اجتماعی حضور دارد که چین، ژاپن، سنگاپور و اندونزی حضور دارند. در مقابل فرانسه، ایتالیا و اسپانیا در سال ۲۰۱۷ در اجتماعی هستند که هلند، روسیه و آلمان قرار دارند. نمونه دیگر نیجریه است که در سال ۱۹۹۵ در اجتماع کشورهای امریکای شمالی و لاتین قرار دارد اما در سال ۲۰۱۷ در اجتماع کشورهای هند، عربستان، استرالیا و کشورهای آفریقایی قرار گرفته است.

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

جدول ۲. کشورهای عضو اجتماع‌های تجاری در سال ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷

رتبه (سهم از تجارت)	اجتماع تجاری سال ۱۹۹۵					اجتماع تجاری سال ۲۰۱۷				
	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵
۱	ساحل‌عاج	عربستان	هلند	امریکا	چین	امریکا	فرانسه	ژاپن	اردن	روسیه
۲	سنگال	هند	روسیه	کانادا	ژاپن	کانادا	ایتالیا	عربستان صعودی	عراق	انگلستان
۳	مالی	کره جنوبی	انگلستان	مکزیک	سنگاپور	ونزوئلا	ایران	سنگاپور	-	آلمان
۴	بورکینافاسو	امارات	آلمان	برزیل	اندونزی	نیجریه	اسپانیا	امارات	-	هلند
۵	بنین	استرالیا	بلژیک	ونزوئلا	مالزی	مکزیک	لیبی	کره جنوبی	-	نروژ
۶	نیجر	عراق	ایتالیا	کلمبیا	تایوان	برزیل	الجزایر	اندونزی	-	اکراین
۷	سیرالئون	نیجریه	فرانسه	اکوادور	قطر	آنگولا	ترکیه	چین	-	سوئیس
۸	سنت وینسنت و گرنادین‌ها	کویت	نروژ	پاناما	ایران	کلمبیا	افریقای جنوبی	کویت	-	سوئد
۹	جزایر تورکس و کایکوس	افریقای جنوبی	اسپانیا	شیلی	تایلند	آرژانتین	پرتغال	استرالیا	-	لهستان
۱۰	-	مصر	الجزایر	پرو	آنگولا	آنتیل هلند	سوریه	مالزی	-	ایرلند

مأخذ: نتایج تحقیق

در گام بعدی برای ارزیابی و شناسایی اهمیت بازیگران اصلی شبکه تجارت سوخت، کشورها را برحسب معیارهایی که در بخش پیشین معرفی شد رتبه‌بندی می‌کنیم. در جدول(۳) ده کشور نخست برحسب بیشترین روابط تجاری صادراتی (میزان درجه-ورود) و وارداتی (میزان درجه-خروج) و بیشترین سهم در صادرات (درجه-ورود با لحاظ وزن) و بیشترین سهم در واردات (درجه-خروج با لحاظ وزن) سوخت گزارش شده‌اند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود از نظر تعداد روابط صادراتی و وارداتی هلند رتبه نخست را دارد درحالی‌که بزرگ‌ترین

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

صادرکننده سوخت عربستان صعودی و بزرگ‌ترین واردکننده سوخت چین هستند و هلند در رتبه‌بندی سهم صادراتی و سهم وارداتی ششم است. ایران نیز از نظر سهم در ارزش صادرات سوخت رتبه ۹ را دارد اما در شاخص‌های دیگر جزء ۱۰ کشور نخست نیست. تعداد روابط تجاری (درجه هر گره در گراف) دو مضمون مهم دارد. هرچه تعداد روابط تجاری یک کشور بیشتر باشد احتمال اینکه کشور از جریان وقایع حادث‌شده در شبکه متأثر شود بیشتر می‌شود. این می‌تواند یک بحران اقتصادی و یا پیشرفت تکنولوژی باشد. ضمن اینکه افزایش ارتباطات هر کشور (درجه هر گره) بازارهای صادراتی را برای کشورهای صادرکننده افزایش می‌دهد و برای کشورهای واردکننده منابع متنوعی برای واردات مهیا می‌کند (کندوگان، ۲۰۱۸).

با این حال برای ارزیابی دقیق اهمیت هر کشور در شبکه تجارت سوخت باید از معیارهای مرکزیت استفاده نمود. چه‌بسا کشوری با سهمی کمتر از تجارت اهمیت بیشتری در تجارت جهانی داشته باشد. ملاحظه می‌شود که از نظر هر چهار معیار گزارش شده کشور هلند رتبه نخست را در میان کشورها دارد. در نتیجه بازیگر اصلی شبکه تجارت سوخت کشور هلند است. این کشور با وجود اینکه از نظر سهم صادرات و واردات از کشورهایی نظیر عربستان، روسیه و امریکا رتبه پایین‌تری دارد اما به‌گونه‌ای روابط تجاری با کشورهای مختلف به‌ویژه کشورهای اصلی صادرکننده و واردکننده برقرار نموده که کمترین ضریب خوشه‌بندی، بیشترین مرکزیت بردار ویژه، مرکزیت نزدیکی و میانی را دارد و در نتیجه بیش از دیگر کشورها قادر به کنترل جریان تجارت و تأثیرگذاری بر شبکه تجارت سوخت است. پس از این کشور امریکا و فرانسه هستند که نقش بیشتری در شبکه تجارت سوخت بازی می‌کنند. نکته قابل‌توجه در این جدول عدم حضور کشورهای بزرگ صادرکننده سوخت نظیر روسیه و عربستان است. در بین کشورهای حوزه خلیج‌فارس کشور امارات به نظر می‌رسد موفق‌ترین کشور در شبکه تجارت سوخت در سال ۲۰۱۷ است که توانسته با گسترش ارتباطات تجاری خود نقش بیشتری داشته باشد. البته همچنان از نظر مرکزیت میانی جزء ۱۰ کشور نخست نیست.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

جدول ۳. ده کشور نخست شبکه تجارت سوخت در در معیارهای درجه‌ای و مرکزیت در سال ۲۰۱۷

رتبه	مرکزیت بردار ویژه	معکوس ضریب خوشه‌بندی	مرکزیت نزدیکی	تعداد روابط تجاری صادراتی	تعداد روابط تجاری وارداتی	سهم در صادرات جهانی	سهم در واردات جهانی	مرکزیت میانی
۱	هلند	هلند	هلند	هلند	هلند	عربستان	چین	هلند
۲	امریکا	فرانسه	فرانسه	فرانسه	امارات	روسیه	امریکا	امریکا
۳	فرانسه	امریکا	امریکا	امریکا	فرانسه	امریکا	ژاپن	فرانسه
۴	انگلستان	چین	چین	چین	انگلستان	امارات	هند	سنگاپور
۵	چین	بلژیک	بلژیک	بلژیک	سنگاپور	کانادا	کره جنوبی	کره جنوبی
۶	بلژیک	هند	امارات	امارات	چین	هلند	هلند	هند
۷	آلمان	سنگاپور	ترکیه	ترکیه	بلژیک	نروژ	سنگاپور	افریقای جنوبی
۸	سنگاپور	امارات	ایتالیا	ایتالیا	آلمان	قطر	آلمان	چین
۹	هند	کره جنوبی	انگلستان	انگلستان	هند	ایران	انگلستان	انگلستان
۱۰	امارات	انگلستان	هند	هند	کره جنوبی	عراق	ایتالیا	بلژیک

مأخذ: نتایج تحقیق

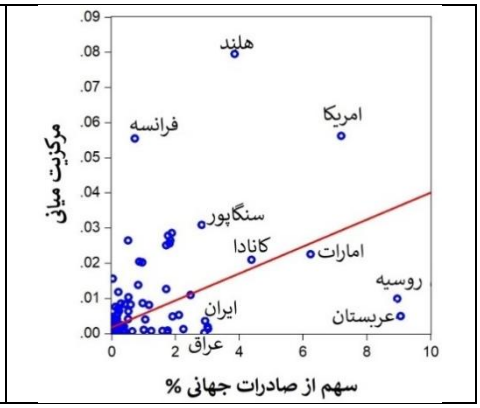
در نمودار (۳) پراکندگی معیار مرکزیت میانی در مقابل سهم صادراتی کشورها ترسیم شده است. ملاحظه می‌شود که لزوماً کشورهای با سهم صادراتی بالا مرکزیت میانی بالاتری ندارند. کشورهایی نظیر عربستان و روسیه با آن‌که بزرگ‌ترین صادرکننده سوخت هستند، اما مرکزیت میانی کمتری از کشورهای امارات، فرانسه، هلند یا حتی سنگاپور دارند. بنابراین تنوع ارتباطات تجاری و اهمیت طرف‌های تجاری در نقش کشورها در شبکه صادرات سوخت نیز تعیین‌کننده است و تنها سهم از جریان تجاری تعیین‌کننده نیست. در نمودار (۴) نیز پراکندگی سهم صادراتی در مقابل ضریب خوشه‌بندی ترسیم شده است. ملاحظه می‌شود که کشورهایی با سهم صادرات بالا ضریب خوشه‌بندی پایین‌تری دارند که نشان می‌دهد کمتر تمایل به تجارت در قالب خوشه‌ها و بلوک‌های تجاری داشته‌اند (همین وضعیت برای کشورهای با سهم واردات بزرگ‌تر نیز صادق

www.SID.ir

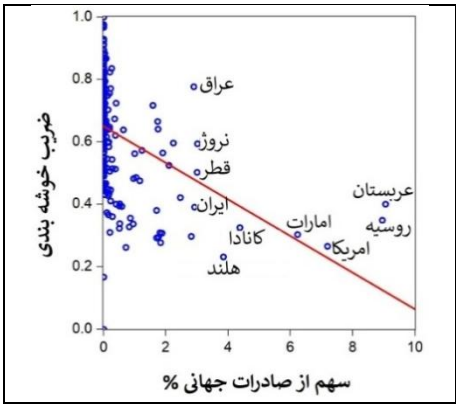
Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

است). نکته دیگر حضور کشورهای بزرگ مصرف‌کننده انرژی نظیر چین، هند، فرانسه، سنگاپور و کره جنوبی در بین ۱۰ کشور نخست از نظر معیار مرکزیت میانی و مرکزیت نزدیکی است. این نکته از این نظر حائز اهمیت است که اختلال در تقاضای سوخت این کشورها می‌تواند کل شبکه تجارت جهانی سوخت را متأثر نموده و به‌ویژه کشورهای صادرکننده به این کشورها را دچار چالش اساسی کند. این مسأله برای چین، سنگاپور، کره جنوبی، هند و فرانسه که مرکزیت نزدیکی بالایی نیز دارند بیشتر حائز اهمیت است. به‌طور مثال تغییر تقاضای سوخت این کشورها می‌تواند ضمن تغییر درآمد اکثر کشورهای صادرکننده، باعث تغییر قیمت سوخت و حتی تأثیر بر جریان صادرات (عرضه) سوخت به کشورهای دیگر شود.



نمودار ۳. پراکنش درصد سهم صادراتی و امتیاز مرکزیت میانی در سال ۲۰۱۷



نمودار ۴. پراکنش درصد سهم صادراتی و ضریب خوشه‌بندی در سال ۲۰۱۷

جدول ۴. رتبه ایران، عربستان و روسیه در شبکه تجارت سوخت سال ۲۰۱۷

	تعداد روابط تجاری صادراتی	تعداد روابط تجاری وارداتی	مرکزیت بردار ویژه	معکوس ضریب خوشه‌بندی	مرکزیت نزدیکی	مرکزیت میانی
ایران	۲۳	۵۸	۲۷	۲۵	۲۵	۲۷
عربستان	۲۴	۲۸	۱۷	۲۷	۲۷	۲۵
روسیه	۱۶	۲۶	۲۵	۱۷	۱۷	۱۷

مأخذ: نتایج تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

در جدول (۴) نیز رتبه کشورهای ایران، عربستان و روسیه از نظر معیارهای سنجش گراف برای سال ۲۰۱۷ گزارش شده است. ملاحظه می‌شود که روسیه نسبت به دو کشور دیگر جایگاه بالاتری دارد که علت آن می‌تواند دسترسی بیشتر روسیه به بازارهای امریکا و اروپا باشد. اگرچه رتبه ایران از نظر تعداد روابط صادراتی از کشور عربستان بالاتر است، اما به دلیل اینکه عربستان با کشورهای مهم‌تری در شبکه تجارت (نظیر امریکا) در ارتباط است (هم از نظر تعداد روابط و هم حجم تجارت) از نظر مرکزیت بردار ویژه و معیار مرکزیت میانی جایگاهی بهتر از ایران دارد. با این حال تفاوت رتبه ایران و عربستان چندان چشمگیر نیست.

جدول ۵. مقایسه عملکرد ایران با ۶ کشور منتخب در شبکه تجارت سوخت بین سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷

	سال	تعداد روابط تجاری صادراتی	تعداد روابط تجاری وارداتی	سهم از ارزش صادرات جهانی	سهم از ارزش واردات جهانی	مرکزیت بردار ویژه	ضریب خوشه بندی	مرکزیت نزدیکی	مرکزیت میانی
ایران	۱۹۹۵	۸۳	۳۹	۳/۹۷	۰/۰۸	۰/۴۶	۰/۳۲	۰/۶۱	۰/۰۰۷
	۲۰۱۷	۱۳۷	۶۳	۲/۹۲	۰/۰۶	۰/۵۰	۰/۳۹	۰/۷۱	۰/۰۰۳
امریکا	۱۹۹۵	۱۵۶	۱۱۳	۲/۸۳	۱۷/۷۸	۱	۰/۱۷	۰/۷۶	۰/۱۱۲
	۲۰۱۷	۱۸۷	۱۴۸	۷/۱۹	۹/۸۰	۰/۹۳	۰/۲۶	۰/۸۴	۰/۰۵۶
روسیه	۱۹۹۵	۸۳	۶۳	۸/۹۰	۰/۳۵	۰/۶۹	۰/۲۸	۰/۵۹	۰/۰۲۱
	۲۰۱۷	۱۵۳	۸۰	۹/۰۸	۰/۱۳	۰/۵۹	۰/۳۴	۰/۷۴	۰/۰۱۰
عربستان	۱۹۹۵	۷۲	۵۰	۱۱/۳۰	۰/۰۲	۰/۵۵	۰/۳۴	۰/۵۹	۰/۰۰۹
	۲۰۱۷	۱۲۸	۷۹	۹/۲۳	۰/۱۸	۰/۶۱	۰/۴۰	۰/۶۹	۰/۰۰۵
امارات	۱۹۹۵	۶۹	۴۵	۵/۶۳	۰/۰۱	۰/۵۳	۰/۳۶	۰/۵۹	۰/۰۰۹
	۲۰۱۷	۱۷۳	۱۱۵	۶/۲۲	۰/۷۳	۰/۸۱	۰/۳۰	۰/۰۸	۰/۰۲۲
قطر	۱۹۹۵	۲۹	۲۲	۰/۸۰	۰/۰۰۴	۰/۲۸	۰/۵۶	۰/۵۲	۰/۰۰۱
	۲۰۱۷	۹۵	۶۵	۳/۰۱	۰/۰۲۹	۰/۵۲	۰/۵۰	۰/۶۳	۰/۰۰۲
عراق	۱۹۹۵	۵	۳	۰/۱۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۳	۰/۳۳	۰/۴۴	۰/۰۰۰۰۵
	۲۰۱۷	۴۷	۵۳	۲/۹	۰/۱۴	۰/۴۴	۰/۷۷	۰/۵۵	۰/۰۰۰۲

مأخذ: نتایج تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

برای بررسی دقیق‌تر جایگاه ایران در شبکه تجارت سوخت به‌طور جزئی‌تر به مقایسه شاخص‌های محاسبه‌شده برای ایران و چند کشور منتخب می‌پردازیم. در جدول (۵) ملاحظه می‌شود که ایران در فاصله سال‌های ۲۰۱۷-۱۹۹۵ توانسته است تعداد ارتباطات تجاری صادراتی و وارداتی خود را به مقداری قابل‌توجه افزایش دهد که این مسأله به افزایش مرکزیت بردار ویژه و مرکزیت نزدیکی ایران در شبکه تجارت سوخت منجر شده است. با این حال ایران حدود ۱درصد از سهم تجارت جهانی سوخت را ازدست‌داده و این مسأله امتیاز مرکزیت میانی ایران را هم کاهش داده است. البته مشکلات ناشی از تحریم‌ها و محدود شدن حجم صادرات و عدم امکان برقراری رابطه تجاری با بازیگران اصلی شبکه تجارت سوخت نقش مهمی در این مسأله دارد. به نظر می‌رسد این مسأله نیز باعث افزایش ضریب خوشه‌بندی ایران در فاصله سال ۲۰۱۷-۱۹۹۵ شده است.

برای کشور امریکا ملاحظه می‌شود که این کشور توانسته ضمن افزایش ارتباطات تجاری، سهم خود از صادرات را بیش از ۲ برابر کند و سهم از واردات را نیز کاهش دهد. با این حال به دلیل متمایل شدن این کشور به افزایش تجارت با کشورهای خاص در غالب خوشه تجاری، ضریب خوشه بندی افزایش و مرکزیت بردار ویژه آن کاهش یافته، ضمن اینکه امتیاز مرکزیت میانی نیز کاهش یافته که حاکی از کاهش توانایی این کشور در کنترل جریان تجارت سوخت در فاصله این سال‌ها است. چنین وضعیتی برای روسیه نیز مشاهده می‌شود با این تفاوت که روسیه نتوانسته سهم صادرات خود را چندان افزایش دهد. امارات با وجود اینکه سهم از صادرات کمتری نسبت به عربستان و روسیه دارد اما توانسته است با گسترش ارتباطات تجاری با کشورهای مهم در شبکه تجارت سوخت عملکردی خوب داشته باشد و نقش خود را در تجارت سوخت اهمیت بخشد به‌گونه‌ای که در مرکزیت میانی، نزدیکی و بردار ویژه از تمام کشورهای حوزه خلیج‌فارس و حتی روسیه امتیاز بالاتری در سال ۲۰۱۷ داشته باشد. نکته آخر ظهور کشورهای قطر و امارات در تجارت سوخت است. این دو کشور با افزایش بیش از ۲ برابری سهم خود از صادرات جهانی و افزایش ارتباطات تجاری در فاصله ۲۰۱۷-۱۹۹۵ توانسته‌اند امتیاز

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

خود را از نظر تمامی معیارهای سنجش گراف بهبود دهند و به‌عنوان یک کشور مهم در شبکه تجارت سوخت ظاهر شوند. در این میان قطر توانسته تقریباً به جایگاه ایران در تجارت سوخت برسد. همچنین ملاحظه می‌کنیم که ضریب خوشه‌بندی این دو کشور برخلاف دیگر کشورهای گزارش شده کاهش یافته است که نشان می‌دهد امارات و قطر در این فاصله زمانی به تجارت در داخل خوشه‌های تجاری تمایل کمتری دارند.

یکی از استراتژی‌های افزایش اهمیت یک کشور در شبکه تجارت جهانی برقراری رابطه تجاری با کشورهایی است که اهمیت نسبی بیشتری در شبکه تجارت دارند. در جدول (۶) پانزده کشوری که با ایران در سال ۲۰۱۷ رابطه تجاری در سوخت نداشته‌اند براساس معیارهای مرکزیت میانی و مرکزیت بردار ویژه رتبه‌بندی و گزارش شده‌اند. برقراری ارتباط تجاری ایران با این کشورها به افزایش اهمیت ایران در شبکه تجارت سوخت کمک خواهد نمود. در نتیجه، برای افزایش نفوذ ایران، ورود به بازارهای این کشورها به سیاستگذاران ایران توصیه می‌شود.

جدول ۶. پانزده کشوری که در سال ۲۰۱۷ تجارت سوخت با ایران نداشته‌اند

	مرکزیت میانی	مرکزیت بردار ویژه		مرکزیت میانی	مرکزیت بردار ویژه		مرکزیت میانی	مرکزیت بردار ویژه
۱	پالائو	سورینام	۶	مالت	مجارستان	۱۱	لوکزامبورگ	لیبی
۲	سورینام	نروژ	۷	مجارستان	ایسلند	۱۲	پاپوآ گینه نو	باهاما
۳	باهاما	قبرس	۸	ساموآ	لوکزامبورگ	۱۳	ایرلند	نامیبیا
۴	نامیبیا	مالت	۹	نروژ	اسلواکی	۱۴	کابو وود	سیشل
۵	ایسلند	ایرلند	۱۰	آنتیگوا و باربودا	پاراگوئه	۱۵	سنت کیتس و نویس	پاپوآ گینه نو

مأخذ: نتایج تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

۵. نتیجه‌گیری

در این تحقیق با در نظر گرفتن شبکه تجارت بین‌الملل سوخت به‌عنوان یک گراف وزن‌دار و جهت‌دار، توپولوژی شبکه تجارت و جایگاه کشورها در دو سال ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷ مورد ارزیابی قرار گرفت. اهمیت بررسی روابط تجاری کشورها در قالب شبکه از آنجاست که اهمیت یک کشور در یک شبکه، مستقل از نقش دیگر کشورها نیست و استفاده از معیارهای سنتی نظیر سهم از صادرات و واردات، درجه باز بودن تجاری، تعداد شرکای تجاری و غیره در رتبه‌بندی اهمیت کشورها و ارزیابی ساختار شبکه می‌تواند نتایج تورش دار ایجاد کند. به این منظور در ابتدا با استفاده از معیارهای کمی نظریه گراف توپولوژی شبکه تجارت سوخت در سال ۱۹۹۵ و ۲۰۱۷ تجزیه‌وتحلیل شد. ملاحظه گردید به دلیل اینکه شبکه تجارت سوخت تک مؤلفه‌ای است، هیچ کشوری و هیچ ارتباط تجاری مستقل از شبکه نیست. همچنین متوسط ارتباطات تجاری (هم صادرات و هم واردات) و تراکم شبکه تجارت افزایش یافته و به‌طور متوسط نقش کشورها در تأثیرگذاری بر جریان تجارت سوخت کاهش یافته است. به‌طور کلی شبکه تجارت سوخت متراکم‌تر و درهم تنیده‌تر و فاصله میان کشورها کاسته شده، اما تجارت به شکل خوشه‌های تجاری و منطقه‌ای افزایش یافته است. این نتایج همسو با نتایج تحقیقات قبلی در تجارت سوخت نظیر ژونگ و همکاران (۲۰۱۷) و تجارت دیگر کالاها نظیر شیرازی و همکاران(۱۳۹۴) است. نهایتاً، محاسبه معیارهای مرکزیت ارزیابی جایگاه و اهمیت کشورها را در شبکه تجارت مقدور می‌کند. برخی کشورها اگرچه از تجارت سهمی بیشتری دارند (مثل روسیه و عربستان) اما لزوماً اهمیت بیشتری در شبکه تجارت ندارند، درحالی‌که کشورهایی مثل هلند یا امارات متحده عربی با شکل‌دهی روابط تجاری بهینه اهمیت خود در تجارت سوخت را افزایش داده‌اند. همچنین جایگاه ایران در تجارت سوخت تنزل داشته که شیرازی و همکاران(۱۳۹۴) نیز چنین نتیجه‌ای را در تجارت دیگر کالاها به‌دست آوردند. در واقع اگرچه تعداد ارتباطات تجاری ایران افزایش یافته، اما این ارتباطات تجاری با کشورهایی بوده که اهمیت کمتری در شبکه جهانی داشته‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

بنابراین برای بهبود توان رقابتی ونقش استراتژیک ایران در تجارت جهانی سوخت که از اهداف سند چشم انداز ۲۰ ساله است (امرایی و همکاران،۱۳۹۲)، ارتباط تجاری با کشورهای نافذ در شبکه تجارت (براساس معیارها و نتایج تحقیق) به سیاستگذاران کشور توصیه می‌شود. تسهیل برقراری ارتباط تجاری با کشورهایی که مطابق معیارهای معرفی‌شده در تحقیق اهمیت بیشتری در شبکه تجارت سوخت دارند، اهمیت استراتژیک ایران در تجارت بین‌الملل را ارتقا می‌بخشد. ضمن اینکه متنوع‌سازی ارتباطات تجاری گامی مؤثر در جهت افزایش نفوذ و انعطاف‌پذیری اقتصادی-سیاسی در عرصه بین‌المللی بوده و در راستای اهداف اقتصاد مقاومتی است.

در تحقیق حاضر کاربرد نظریه گراف در تجزیه‌وتحلیل و شناخت توپولوژی شبکه تجارت سوخت مورد توجه بوده است. در تحقیقات آتی بررسی علل شکل‌گیری تجارت در قالب پدیده‌های مذکور می‌تواند مورد توجه محققین قرار گیرد. همچنین مطالعه و ارزیابی تجارت بین‌المللی انواع حامل‌های انرژی با تفکیک بیشتر نظیر گاز طبیعی، فرآورده‌های نفتی و غیره برای تحقیقات آتی توصیه می‌شود.

منابع

امرایی، فرید؛ کلانتر، اسداله و امین امرایی (۱۳۹۲). "نگاهی به برنامه‌های چهارم و پنجم توسعه در چشم‌انداز صنعت نفت"، فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی. ۱(۲)، صص۷۷-۹۲

شیرازی، همایون؛ آذربایجانی، کریم و مرتضی سامتی (۱۳۹۴)، "بررسی جایگاه ایران در تجارت بین‌المللی: یک رهیافت شبکه"، *تحقیقات اقتصادی*، دوره ۵۰، شماره ۴، صص ۹۰۲- ۸۸۱.

نیکی اسکویی، کامران؛ بهبودی، داود و حسین اصغرپور (۱۳۹۷). "طراحی مدل عامل بنیان برای تعیین استراتژی ایران در تجارت بین المللی گاز"، *فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی*. ۴ (۱۰)، صص۹۷ – ۶۷.

www.SID.ir

Archive of SID

Bhattacharya K., Mukherjee G., Saramäki J., Kaski K. and S.S. Manna (2008). "The International Trade Network: Weighted Network Analysis and Modelling". *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, No. 02.

De Benedictis L., Nenci S., Santoni G., Tajoli L. and C. Vicarelli (2014). "Network Analysis of World Trade Using the BACI-CEPII Dataset", *Global Economy Journal*, 14(3-4), pp. 287-343.

Ji Q., Zhang H.Y. and Y. Fan (2014). "Identification of Global Oil Trade Patterns: An Empirical Research Based on Complex Network Theory", *Energy Conversion and Management*, No. 85, pp. 856-865.

Kandogan Y. (2018). "Topological Properties of the International Trade Network Using Modified Measures". *The International Trade Journal*, 32(3), pp. 268-292.

Serrano M.A. and M. Boguná (2003). "Topology of the World Trade Web". *Physical Review E*, 68(1), pp. 15-101.

Shenton C.R. (2017). A Network Theory Approach to the Study of International Commodity Markets (Doctoral Dissertation, University of Surrey).

Tajoli L. and L. De Benedictis (2010). "Comparing Sectoral International Trade Networks". *AUSSENWIRTSCHAFT*, 65(II), pp. 53-73.

Zhong W., An H., Shen L., Dai T., Fang W., Gao X. and D. Dong (2017). "Global Pattern of the International Fossil Fuel Trade: The Evolution of Communities". *Energy*, No. 123, pp. 260-270.

Downloaded from epprjournal.ir at 10:34 +0430 on Saturday September 5th 2020

www.SID.ir