

## تحلیل پویای الگوی تجارت ایران در چارچوب توافقات منطقه‌ای: رهیافت شبکه

الهه رضائیان<sup>\*</sup>، احمد صلاح‌منش<sup>\*\*</sup>، حسن فرازمنند<sup>\*\*\*</sup>، معصومه خیرخواه‌زاده<sup>\*\*\*\*</sup>

تاریخ پذیرش  
۱۴۰۰/۱۰/۰۱

تاریخ دریافت  
۱۴۰۰/۰۵/۱۰

### چکیده:

در مطالعه‌ی حاضر به تحلیل تجارت ایران با استفاده از رهیافت شبکه پیچیده و نقش سه موافقتنامه تجاری اکو، D8 و سازمان کنفرانس اسلامی در شبکه تجارت جهانی پرداخته شده است. بدین منظور، ابتدا با استفاده از داده‌های ۱۵۰ کشور طی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۰ و به کارگیری رهیافت شبکه‌های پیچیده و استفاده از الگوریتم کشف اجتماع لوین، اجتماعات تجاری شناسایی و با استفاده از شاخص‌های مرکزیت، خوشگی و تراکم، جایگاه و موقعیت تجاری کشور ایران در اجتماعات تجاری منتخب بررسی و با شبکه موافقتنامه‌های تجاری با استفاده از معیار نظریه اطلاعات مقایسه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که کشور ایران طی دوره‌ی مورد بررسی در اجتماع تجاری آسیا-آفریقا قرار دارد. همچنین نتایج شاخص تراکم و خوشگی بیانگر بهبود روابط تجاری چندجانبه بین کشورهای مورد نظر بوده، ولی شاخص‌های مرکزیت نشان‌دهنده‌ی تنزل جایگاه کشور ایران در سال ۲۰۱۹ نسبت به سال ۲۰۱۰ در اجتماع تجاری مذکور است. همچنین معیار نظریه اطلاعات نشان‌دهنده‌ی آن است که موافقتنامه‌های تجاری نقش مهمی در تصمیم کشورها برای تجارت نداشته و در طی دوره‌ی مذکور این نقش در شبکه تجارت جهانی در حال تضعیف بوده است. بنابراین نقش قدرت‌های فرامنطقه‌ای در بهبود روابط تجاری کشور بسیار مؤثر است.

کلیدواژه‌ها: تجارت بین‌الملل، نظریه اطلاعات، موافقت‌نامه‌های تجارت منطقه‌ای، نظریه شبکه.  
طبقه‌بندی JEL: F01, F15, F19.

\* دانشجوی دکتری گروه اقتصاد دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

[elahe-rezaiyan@stu.scu.ac.ir](mailto:elahe-rezaiyan@stu.scu.ac.ir)

\*\* استادیار گروه اقتصاد دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران (نویسنده  
مسئول)،  
[salahmanesh@scu.ac.ir](mailto:salahmanesh@scu.ac.ir)

\*\*\* استاد گروه اقتصاد دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

[Hfrazmand@scu.ac.ir](mailto:Hfrazmand@scu.ac.ir)

\*\*\*\* استادیار گروه کامپیوتر دانشکده علوم ریاضی و کامپیوتر دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.  
[m.kheirkhahzadeh@scu.ac.ir](mailto:m.kheirkhahzadeh@scu.ac.ir)

## ۱. مقدمه

تجارت نه تنها یکی از ارکان اصلی ساختار اقتصاد ملی، بلکه یکی از مهم‌ترین ابزارهای تعامل میان کشورهاست (دوناس و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۳، ص: ۲) و به همین دلیل جریانات تجارت میان کشورها همیشه مورد توجه سیاست‌گذاران و محققان در زمینه‌های چند رشته‌ای از جمله اقتصاد (ویلهايت<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱؛ بندیکتیس و تاجولی<sup>۳</sup>، ۲۰۱۱؛ لووریچ و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۸)، جغرافیا (برنتسن<sup>۵</sup>، ۲۰۱۲؛ کلاتایود و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۱۷؛ سانگ و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۱۸؛ وانگ و همکاران<sup>۸</sup>، ۲۰۲۰)، علوم اجتماعی (کاستنر<sup>۹</sup>، ۲۰۰۷؛ وارد و همکاران<sup>۱۰</sup>، ۲۰۰۸؛ لوپو و تراگ<sup>۱۱</sup>، ۲۰۱۳؛ اسمیت و وایت<sup>۱۲</sup>، ۱۹۹۲) و علوم سیاسی (ون روسم<sup>۱۳</sup>، ۱۹۹۶؛ ماهوتگا<sup>۱۴</sup>، ۲۰۰۶، زو و همکاران<sup>۱۵</sup>، ۲۰۱۶) بوده است (یان و همکاران<sup>۱۶</sup>، ۲۰۲۱، ص: ۱).

با گسترش سریع تجارت بین‌الملل، جهان از دهه ۱۹۹۰ شاهد افزایش بی‌سابقه موافقت‌نامه‌های تجارت منطقه‌ای (RTAs)<sup>۱۷</sup> بوده است (بائو و وانگ<sup>۱۸</sup>، ۲۰۱۹، ص: ۳) به طوری که این رشد بی‌سابقه‌ی موافقت‌نامه‌ها تبعاتی را در پی داشته که ضرورت تحلیل و بررسی آن‌ها را اجتناب‌ناپذیر کرده است. مرور مطالعات مختلف نشان می‌دهد که دو

- 
1. Duenas et al.
  2. Wilhite
  3. Benedictis and Tajoli
  4. Lovric et al.
  5. Berentsen
  6. Calatayud et al.
  7. Song et al.
  8. Wang et al.
  9. Kastner
  10. Ward et al.
  11. Lupuand and Traag
  12. Smith and White
  13. Van Rossem
  14. Mahutga
  15. Zhou et al.
  16. Yuan et al.
  17. Regional Trade Agreements
  18. Bao and Wang

رویکرد مدل جاذبه و تحلیل شبکه پیچیده به عنوان ابزارهایی در این راستا مورد استفاده قرار گرفته است. رویکرد مدل جاذبه، رویکرد سنتی بررسی اثرات موافقت‌نامه‌های تجارت منطقه‌ای بر جریان‌های تجارت دو جانبه است که دارای اطلاعات محدود بوده و ایراداتی به آن وارد است (فاجیولو و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۳، ص: ۲۹). ابزار قدرتمند جایگزین برای بررسی مشخصات و ساختار پیچیده جریان‌های تجارت بین کشورها، تحلیل شبکه است. تحلیل شبکه بر این مبنا استوار است که جریان‌های تجارت میان کشورها را می‌توان به صورت شبکه‌ای نشان داد که کشورها به عنوان رأس<sup>۲</sup> و جریان‌های تجارت از کشوری به کشور دیگر به عنوان یال<sup>۳</sup> بین دو رأس در نظر گرفته شود. درک تکامل فضایی و زمانی ساختارهای تجارت از چشم‌انداز شبکه به بهبود دانش ما در مورد تغییرات در یکپارچگی تجارت منطقه‌ای یا جهانی، توزیع ثروت ملی و بحران‌های بین‌المللی کمک می‌کند (بندیکتیس و تاجولی، ۲۰۱۱، ص: ۸).

کشور ایران یکی از کشورهایی است که طی دهه‌های اخیر عضو موافقت‌نامه‌های تجارت منطقه‌ای متعددی شده است از این میان می‌توان به توافقات منطقه‌ای نظیر اکو، گروه D8، اوراسیا و ... اشاره کرد. بنا به اهمیت جایگاه این موافقت‌نامه‌ها در جهت‌دهی تجارت کشورها، بررسی نقش و عملکرد آنها حائز اهمیت است. در این راستا برای اولین بار، الگو و ساختار تجاری ایران و نقش موافقت‌نامه‌های تجارت منطقه‌ای در شبکه تجارت جهانی با استفاده از رهیافت شبکه پیچیده بررسی و جایگاه کشور ایران در سال ۲۰۱۹ در مقایسه با سال ۲۰۱۰ با استفاده از شاخص‌های شبکه واکاوی خواهد شد و سپس این پرسش بررسی خواهد شد که آیا موافقت‌نامه‌های تجاری اکو، D8 و سازمان کنفرانس اسلامی در شبکه تجارت جهانی نقش تعیین‌کننده‌ای داشته‌اند یا خیر؟ بدین‌منظور، مطالعه‌ی حاضر با استفاده از تحلیل شبکه و به کارگیری داده‌های تجارت

---

1. Fagiolo et al.  
2. Node  
3. Link

۱۵۰ کشور طی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۰ در شش بخش انجام شده است، به طوری که پس از مقدمه، مبانی نظری در بخش دوم بیان گردیده؛ بخش سوم به پیشینه‌ی تحقیق و بخش چهارم به توصیف داده‌ها و روش پژوهش اختصاص داده شده است. در بخش پنجم، یافته‌های پژوهش و تحلیل آنها و در بخش ششم نتیجه‌گیری ارائه گردیده است.

## ۲. مبانی نظری

مبانی نظری رویکردهای متعارف یکپارچگی اقتصادی به سه مکتب اساسی تفکر اقتصادی و سیاسی بر می‌گردد که عبارتند از مکتب نئوکلاسیک<sup>۱</sup>، مارکسیست و اقتصاد توسعه. برخی محققین معتقدند که رویکرد یکپارچگی اقتصادی مبتنی بر نظریه بالاسا (۱۹۶۷) است اما برخی دیگر معتقدند که این نظریه با مشارکت موضوع اتحادیه گمرکی توسط وینر<sup>۲</sup> (۱۹۵۰) آغاز گردیده است.

نظریه یکپارچگی اقتصادی در ابتدا از نظریه سنتی تجارت ایجاد شده است که فرض می‌کند رقابت کامل برقرار است و مسأله مهم، تخصیص منابع تولید انواع مختلف کالاها است (ایمبriانی و رجاناتی<sup>۳</sup>، ۱۹۹۴). بیسوارو<sup>۴</sup> (۲۰۰۳) مطرح می‌کند که اولین مطالعه نظری در مورد یکپارچگی اقتصاد منطقه‌ای از نظریه نسبی در تجارت بین‌الملل و دفاع اقتصاددانان لیبرال در ترویج کاهش موانع تعرفه‌ای و غیرتعرفه‌ای تجارت ناشی شده است (محمد و مگی<sup>۵</sup>، ۲۰۲۰، ص: ۳).

در ادبیات یکپارچگی اقتصادی، اصطلاحات مختلفی برای تعیین اشکال مختلف یکپارچگی اقتصادی استفاده می‌شود. در مطالعه بالاسا (۱۹۶۱) که به عنوان پرکاربردترین مرجع در نظر گرفته می‌شود، طرح‌های یکپارچگی اقتصادی با توجه به پیشرفت‌ها در

- 
1. Neoclassical
  2. Viner
  3. Imbriani and Reganati
  4. Biswaro
  5. Mohammed and Magai

یکپارچگی متمایز می‌شود. بر همین اساس انواع یکپارچگی را می‌توان به شرح زیر طبقه‌بندی کرد (کانگ<sup>۱</sup>، ۲۰۱۶، ص: ۸):

الف) موافقت‌نامه تجارت آزاد: کشورهای عضو موانع تعرفه‌ای در تجارت کالاها درون مناطق تجارت آزاد را حذف می‌کنند. لیکن، هر عضو، سیاست تعرفه‌ای خود را در مقابل کشور سوم حفظ می‌کند.

ب) اتحادیه گمرکی: علاوه بر موافقت‌نامه تجارت آزاد، در اتحادیه گمرکی، کشورهای عضو، تعرفه خارجی مشترکی<sup>۲</sup> (CET) در مقابل بقیه دنیا تعیین می‌کنند.

ج) بازار مشترک: بازار مشترک شامل آزادسازی همه بازارها از جمله خدمات و عوامل تولید (بازارهای نیروی کار و سرمایه) است. با این حال، ماهیت و اجرای موثر آن مشروط بر مقررات سیاسی و اجتماعی است.

د) اتحادیه اقتصادی: اتحادیه اقتصادی توسط سطح مشخصی از هماهنگی در مورد سیاست‌های اقتصادی مشخص می‌شود. هدف آن از بین بردن تمام تبعیض‌های مربوط به تفاوت‌ها در سیاست‌های عمومی میان کشورهای عضو است.

و) اتحادیه پولی: در اتحادیه پولی، کشورهای عضو پول مشترک و همچنین سیاست‌های اقتصادی هماهنگی را اتخاذ می‌کنند.

سازمان تجارت جهانی (WTO)<sup>۳</sup> همه اشکال موافقت‌نامه‌های تجارت ترجیحی را بدون تمایز قائل شدن بین آنها به عنوان RTAs<sup>۴</sup> تعریف می‌کند که منجر به آزادسازی تجارت در سطح چندجانبه می‌شود. لازم به ذکر است که انگیزه اصلی همه طرح‌های یکپارچگی اقتصادی افزایش رشد و توسعه اقتصادی است.

برای توضیح پدیده تجارت بین‌الملل، نظریه‌های مختلفی بسته به شرایط تاریخی متفاوت شکل گرفته‌اند که مطالعه‌ی این رویکردهای نظری برای درک پدیده‌ی

---

1. Kang  
2. Common External Tariff  
3. World Trade Organization  
4. Regional Trade Agreements

چندجانبه‌گرایی ضروری است. از نظریه‌های مرسوم تجارت، نظریه ریکاردو<sup>۱</sup> و هکشر-اوهلین<sup>۲</sup> است. الگوی ریکاردو در قرن نوزدهم به تفصیل بیان شده است. الگوی ریکاردو نشان می‌دهد که هر کشور در تولید محصولی تخصص می‌یابد که در آن از مزیت نسبی هزینه‌ای برخوردار باشد. الگوی هکشر-اوهلین در آغاز قرن بیستم مطرح شد. براساس این الگو، کشورها محصولی را صادر می‌کنند که در تولید آن محصول، از فراوان‌ترین و ارزان‌ترین عامل تولید استفاده شده باشد. همزمان، آنها از سایر کشورها محصولات مورد نیاز خود را وارد می‌کنند.

درحالی که الگوی ریکاردو، تجارت بین‌الملل را براساس تفاوت در سطح فناوری میان کشورها توضیح می‌دهد، الگوی هکشر-اوهلین براساس تفاوت در دسترسی منابع توضیح می‌دهد. البته این نظریه‌ها توضیح نمی‌دهند که چرا کشورها همزمان کالاهای مشابهی را بین یکدیگر صادر و وارد می‌کنند. در مقابل، رقابت انحصاری یک الگوی جدیدی از تجارت بین‌الملل است که توضیح می‌دهد چرا کشورها محصولات مشابهی بین یکدیگر مبادله می‌کنند. به عبارت دیگر این الگو توضیح می‌دهد چرا تجارت درون صنعت<sup>۳</sup> بین کشورها وجود دارد. در دهه ۱۹۸۰ مدل رقابت انحصاری برای توضیح موافقت‌نامه‌های تجارت منطقه‌ای (RTAs) استفاده شده است. این مدل، ابتدا توسط چمبرلین<sup>۴</sup> (۱۹۳۳) مطرح شد سپس بین دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰، محققانی مانند هلپمن<sup>۵</sup> (۱۹۸۱، ۱۹۹۰) و کروگمن (۱۹۷۹) از مدل رقابت انحصاری برای توضیح افزایش منطقه‌گرایی استفاده کرده‌اند و تاکید دارند که دلیل اصلی تجارت به جای فناوری کشورها یا وفور عوامل، اقتصاد مقیاس<sup>۶</sup> است (فاریناتی<sup>۷</sup>، ۲۰۱۹، ص: ۲۴).

- 
1. Ricardo
  2. Heckscher Ohlin
  3. Intra-industry
  4. Chamberlin
  5. Helpman
  6. Scale Economy
  7. Farinati

### ۳. پیشینه تحقیق

مرور مطالعات نشان‌دهنده‌ی وجود ادبیات غنی در مورد ساختار و عملکرد اجتماعات<sup>۱</sup> در شبکه تجارت جهانی است. در برخی مطالعات ویژگی اجتماعات و پایداری تجارت بین الملل مورد بررسی قرار گرفته است (جی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۴، ص: ۴؛ زانگ و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۴، ص: ۴؛ لیو و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۷، ص: ۳). این مطالعات دانش غنی در مورد اجتماعات و ویژگی‌های ساختاری شبکه تجارت بین‌الملل فراهم می‌آورند اما در مورد تشکیل اجتماعات تجاری و عوامل موثر در شکل‌گیری اجتماعات مطالعات کمی صورت گرفته‌است. برخی مطالعات خارجی و داخلی انجام شده، به شرح زیر است:

نگوین و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۶) در مقاله ای تحت عنوان یکپارچگی اقتصادی در ASEAN+3: تحلیل شبکه، به طور تحلیلی و جغرافیایی به بررسی مشخصات یکپارچگی تجارت ASEAN+3 و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی طی دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۲ با کاربرد ابزارهای تحلیل شبکه پرداختند. نتایج نشان می‌دهد درجه یکپارچگی تجارت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در میان کشورهای عضو ASEAN+3 طی دوره مورد مشاهده تغییر می‌کند. ثانیاً، شبکه تجارت درون منطقه ای ASEAN+3 نسبت به شبکه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی درون منطقه‌ای به طور متراکم‌تر پیوسته است. این مطالعه نشان می‌دهد که کشورهای بزرگ و پیشرفته به نظر می‌رسد ارتباط بهتری داشته‌باشند و بلوک زیرمنطقه‌ای از اقتصادهای کاملاً پیوسته تنها برحسب ارزش مطلق صادرات تشکیل می‌شوند. بنابراین، ASEAN+3 شکاف گسترده‌ای در روند و الگوهای تجارت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی درون منطقه‌ای میان کشورهای عضو در سطوح متفاوت توسعه اقتصادی تجربه می‌کند.

1. Communities
2. Ji et al.
3. Zhang et al.
4. Liu et al.
5. Nguyen et al.

ایرنا والکوا<sup>۱</sup> (۲۰۱۷) در مقاله‌ای به بررسی تفاوت دو بازیگر قطب شمال یعنی دانمارک و روسیه، براساس مرکزیت آنها در شبکه موافقت‌نامه‌های تجارت منطقه‌ای جهانی و استحکام ارتباط آنها با دیگر کشورها در این سیستم پرداخته‌اند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که ناهمگنی پایدار و مهم بین بازیگران قطب شمال نه تنها در همه سه پارامتر مرکزیت (مرکزیت درجه، مرکزیت نزدیکی و مرکزیت میانگی) بلکه همچنین در استحکام روابط نهادینه شده این بازیگران در نظر گرفته شده، وجود دارد. مهمترین منابع تعدیل ترجیحات سیاستی منطقه (قطب شمال) براساس این موقعیت‌های جهانی شناسایی شده‌اند.

جیودیچی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۹) در مقاله‌ای براساس تجزیه تنسور<sup>۳</sup> به طراحی شبکه‌های تجارت پویا و ارزیابی قدرت آنها در گسترش نوسانات اقتصادی در دوره‌های متفاوت زمانی در آسیا پرداخته‌اند. با استفاده از داده‌های ماهانه واردات و صادرات کالا در میان ۳۳ اقتصاد آسیایی همراه با ایالات متحده، اتحادیه اروپا و انگلستان، ساختار ماژولاریتی<sup>۴</sup> شبکه در حال تکامل شناسایی و اجتماعات و رأس‌های مرکزی درون هر یک از آنها را کشف کرده‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهد که داده‌ها به خوبی توسط دو اجتماع نشان داده می‌شوند که جمهوری خلق چین و ژاپن نقش مهمی را ایفا می‌کنند.

لوپز و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۹) در مقاله‌ای بر ویژگی‌های اتصال شبکه تجارت جهانی و پویایی‌های آن با استفاده از رهیافت شبکه متمرکز شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که تلاش کشورها برای به دست آوردن منافع تجارت منجر به شبکه درهم تنیده‌ای می‌شود که به شدت متراکم، دوجانبه و خوشه‌ای هستند. این ویژگی‌ها با تجمع خطی مشخصات بخش‌های تجارت منطبق نیست. روابط تجاری در میان کشورها به طور

- 
1. Irena Valkova
  2. Giudici et al.
  3. Tensor Decomposition
  4. Modularity Structure
  5. Lopez et al.



همگن توزیع شده است اما شدت آنها (یعنی مقدار آنها) در مجموعه کوچکی از کشورها متمرکز است. ویژگی اتصال شبکه تجارت جهانی توسط بحران مالی بین‌المللی ۲۰۰۷-۲۰۰۸ تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. به هر حال، یافته‌ها نشان می‌دهد که علائم بحران، نقطه عطفی در تکامل شبکه تجارت جهانی از ساختار سلسله مراتبی دوگروه (ایالات متحده و آلمان) به سه گروه (ایالات متحده، آلمان و چین) است.

هانگ و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۰) در مقاله‌ای تحت عنوان اثرات موافقت‌نامه‌های تجارت منطقه‌ای در خالص روابط تجارت محلی و جهانی، مقاومت تجارت ترکیبی تعیین و آن را به عوامل طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌کنند. در این مقاله اثر مسافت جغرافیایی، حجم اقتصادی و افزایش در هزینه حمل و نقل و نیروی کار تفکیک می‌شود و الگوریتم ماکزیمم انتظاری برای بهینه‌سازی پارامترها و کمی کردن شاخص خالص تجارت که محیط تجارت جهانی واقعی و روابط میان کشورها را توصیف می‌کند، استفاده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که اگرچه روابط تجارت جهانی و نیز منطقه‌ای به تدریج در طول دوره ۲۰۱۷-۲۰۰۷ کاهش یافته‌است، RTAs روابط تجاری میان اعضا ایجاد کرده و به ویژه به رونق نسبی کشورهای اتحادیه اروپا (EU) و موافقت‌نامه تجارت آزاد آمریکای شمالی (NAFTA) کمک کرده‌اند. بعلاوه، از تحلیل شبکه برای انعکاس خالص روابط تجاری میان کشورها استفاده شده‌است. اثرات RTAs با مقایسه اتحادیه‌های تجاری و اجتماعات تجاری حاصل از ساختار شبکه، تحلیل شده‌است. این تحلیل‌ها نشان می‌دهد که نقش اتحادیه‌های تجاری تضعیف شده‌است و آزاد سازی تجارت چندجانبه در دهه گذشته سرعت یافته‌است و بیانگر این است که اکثر کشورها به جای محدود کردن فعالیت‌های تجاری خود به RTAs، تمایل به گسترش شرکای تجاری خود بیرون از اتحادیه‌های تجاری دارند.

شیرازی (۱۳۹۴) ساختار شبکه جهانی صادرات و واردات کالا برای ۱۰۴ کشور در

---

1. Huang et al.

هر یک از سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ را بررسی و با استفاده از مفاهیم شبکه‌ها، توپولوژی و ویژگی این شبکه را محاسبه کرده است. سپس شاخص‌های شبکه برای ایران به عنوان عضوی از آنها، محاسبه و با کشورهای مهم مقایسه شده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد کلیه شبکه‌های تشکیل شده در همه سال‌ها دارای توزیع پاور و ضریب خوشه بندی بالا بوده‌اند و نتایج شاخص مرکزیت میانی نشان می‌دهد که کشور ایران در همه سال‌های مطالعه شده کشوری تأثیرگذار در شبکه تجارت نبوده است.

ناصری مقدم و غضنفری (۱۳۹۶) در مقاله‌ای با استفاده از مدل بلوکی احتمالی برازنده چندگانگی و تبادل به مطالعه شبکه‌ای متشکل از دو رابطه تجارت و دیپلماسی پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد ساختار اجتماعی متضمن چندگانگی و تبادل، مبین چهار الگوی رفتاری در شبکه تجاری و دیپلماتیک است که شامل تجارت متاثر از میزبانی دیپلماتیک، تجارت متاثر از فعالیت دیپلماتیک، دیپلماسی متاثر از صادرات و دیپلماسی متاثر از واردات است.

صمدی و زاهدی (۱۳۹۷) در مقاله‌ای ویژگی‌های توپولوژی و ثبات تجارت جهانی گاز طبیعی در مقابل اختلال تجاری را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که شبکه تجاری گاز طبیعی به ساختار شبکه‌های مقیاس آزاد با ویژگی ناهمگنی نزدیک‌تر است. همچنین شبکه تجاری گاز طبیعی در برابر اختلال تجاری تصادفی مقاوم، اما در برابر حمله هدف آسیب پذیر است.

ساجدیان فرد و همکاران (۱۳۹۸) در مقاله‌ای با مقایسه موقعیت ساختاری اقتصاد ایران در سالهای ۲۰۱۲ و ۲۰۱۶، به بررسی تأثیرپذیری موقعیت ساختاری اقتصاد ایران در شبکه تجارت بین‌الملل پرداخته است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که نه تنها ایران جزء کشورهای پیرامون شبکه تجاری بوده است، بلکه موقعیت ساختاری اقتصاد ایران در شبکه تجارت بین‌الملل نیز تأثیر چندانی از تحریم‌ها نگرفته است. همان‌طور که مشاهده می‌شود مطالعات صورت‌گرفته در این حوزه از سابقه اندکی

برخوردار است. یک رویکرد رایج برای بررسی یکپارچگی روابط تجاری که در مطالعات سابق دیده می‌شود استفاده از مدل جاذبه و تحلیل اثر اتحادیه های تجاری به عنوان یک متغیر مستقل بر تجارت دوجانبه بین کشورها در یک منطقه مشخص و نه در سطح جهانی است به هر حال همانطور که از توصیف ایجاد تجارت و انحراف تجارت نیز قابل فهم است؛ نقش RTAS در تجارت منطقه ای و جهانی متفاوت است و مطالعه آنها به طور جداگانه جامع نیست. بنابراین لازم است از محدودیت‌های تحقیقات سابق عبور کنیم. از آنجایی که تجارت بین الملل یک سیستم پیچیده با مشخصات جهانی و ساختارهای منطقه‌ای است لذا در این مطالعه با استفاده از روش شبکه و در نظر گرفتن اثر سایر کشورها بر جریانات تجارت بین دو کشور، ضمن شناسایی الگوهای تجارت ترجیحی بین کشورها، اثرات RTAS در هر دو محیط‌های تجارت منطقه‌ای و جهانی مورد بررسی قرار گرفته است.

#### ۴. معرفی روش تحقیق و داده‌ها

##### ۴-۱. شبکه تجارت بین‌الملل

تحلیل شبکه با تمرکز بر ویژگی‌های آماری شبکه تجارت، پیچیدگی مطالعه جریانات تجارت بین کشورها را کاهش می‌دهد. اگر جریانات تجارت بین دو کشور  $i$  و  $j$  مثبت باشد، آنگاه کشورها دارای یک لینک<sup>۱</sup> یا یال<sup>۲</sup> مشترک هستند. چنین روابطی بین کشورها (رأس‌ها<sup>۳</sup>) در شبکه تجارت توسط ماتریس مجاورت<sup>۴</sup>  $A = [a_{ij}]$  نشان داده می‌شود به طوری که

$$a_{ij} = a_{ji} = \begin{cases} 1 & \text{اگر رأس های } i \text{ و } j \text{ یکدیگر مرتبط باشند} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

- 
1. Link
  2. Edge
  3. Node
  4. Adjacency Matrix

نمایش واقعی تر روابط تجارت بین الملل از طریق شبکه به این صورت است که لینکها وزن دار و جهت دار باشند. بنابراین ماتریس روابط برای دوره زمانی مشخص به صورت  $W = [w_{ij}]$  تعریف می شود به طوری که صادرات کشور  $i$  به کشور  $j$  توسط  $w_{ij}$  نشان داده می شود در حالیکه واردات کشور  $i$  از کشور  $j$  توسط  $w_{ji}$  بیان می شود. در این مقاله شبکه تجارت جهانی به عنوان شبکه وزنی و جهت دار<sup>۱</sup>، متشکل از  $N$  رأس متناظر با کشورها و  $L$  یال بیانگر جریانات تجارت میان کشورهاست (زو و همکاران، ۲۰۱۹، ص:۳). در شبکه جهت دار درجه ورودی<sup>۲</sup> و درجه خروجی<sup>۳</sup> رأس  $i$  به ترتیب به صورت رابطه زیر تعریف می شود:

$$k_i^{in} = \sum_j a_{ji}$$

$$k_i^{out} = \sum_j a_{ij}$$

در شبکه وزنی، قدرت ورودی و قدرت خروجی رأس  $i$  به ترتیب به صورت رابطه زیر تعریف می شود:

$$s_i^{in} = \sum_j w_{ji}$$

$$s_i^{out} = \sum_j w_{ij}$$

برای بررسی نقش موافقت نامه های تجاری در شکل دهی الگوهای تجارت جهانی، مشخصه اجتماعات<sup>۴</sup> موجود درون داده ها لازم است. روش طبیعی برای تعریف اجتماعات در شبکه تجارت جهانی به عنوان گروهی از کشورها خواهد بود که روابط تجاری متراکم تر (تعداد روابط بیشتر) و شدیدتر (حجم تجارت بیشتر) نسبت به روابط آنها با کشورهای بیرون از اجتماع دارند. اگر چنین گروهی از کشورها موجود باشد اغلب ساختار و عملکرد شبکه را به طور معناداری تحت تأثیر قرار می دهند و مطالعه آنها اطلاعات مهمی درباره فرآیند پویای درون شبکه فراهم می آورد (ریس و همکاران<sup>۵</sup>،

- 
1. Directed
  2. In-degree
  3. Out-degree
  4. Communities
  5. Reyes et al.

۲۰۱۴، ص: ۵).

## ۲-۴. کشف ساختار اجتماع<sup>۱</sup> در شبکه تجارت بین‌الملل

تقسیم طبیعی شبکه تجارت بین‌الملل به مجموعه‌ای از اجتماعات مستلزم تقسیم‌بندی است که رأس‌ها (کشورها) درون هر اجتماع به شدت به هم مرتبط باشند در حالی که اتصالات با رأس‌های متعلق به سایر اجتماعات نسبتاً ضعیف باشد. با کاربرد تحلیل اجتماع در شبکه تجارت جهانی، گروهی از کشورها با روابط تجاری قوی ناشی از نزدیکی جغرافیایی، موافقت‌نامه‌های تجاری، زبان یا مذهب مشترک، مشارکت سنتی و غیره ظاهر می‌شوند (پیکاردی و تاجولی<sup>۲</sup>، ۲۰۱۲، ص: ۳).

برای تقسیم‌بندی شبکه به اجتماعات، از الگوریتم کشف اجتماع لوین<sup>۳</sup> استفاده شده است. یکی از مزیت‌های این الگوریتم سرعت بالا و کاهش زمان محاسبه است. الگوریتم لوین در دو مرحله به صورت تکراری انجام می‌شود ابتدا به هر رأس شبکه، اجتماع متفاوتی را اختصاص می‌دهد. در این تقسیم‌بندی اولیه، به تعداد رأس‌ها، اجتماعاتی نیز وجود دارد. سپس، برای هر رأس  $i$ ، همسایگان  $z$  از  $i$  در نظر گرفته می‌شود و با حذف  $i$  از اجتماع خود و قرار گرفتن آن در اجتماع  $z$ ، منافع ماژولاریتی<sup>۴</sup> ارزیابی می‌شود. رأس  $i$  در اجتماعی قرار می‌گیرد که منافع ماژولاریتی آن ماکزیمم باشد، البته به شرطی که این منافع مثبت باشد و اگر منافع مثبت نباشد، رأس  $i$  در اجتماع اصلی خود باقی می‌ماند. این فرآیند به طور مکرر و متوالی برای همه رأس‌ها انجام می‌شود و تا زمانی که پیشرفتی حاصل نشود اولین مرحله کامل می‌گردد. هنگامی که ماکزیمم محلی<sup>۵</sup> ماژولاریتی به دست آمد یعنی هیچ حرکت منحصربه‌فردی

1. Community Structure
2. Piccardi and Tajoli
3. The Louvain Community Detection
4. The Gain of Modularity
5. Local Maxima

ماژولاریتی را بهبود نبخشد، مرحله اول متوقف می‌شود.

مرحله دوم الگوریتم شامل ساخت یک شبکه جدید است که رأس‌های آن، اجتماعات کشف شده در مرحله اول است. همچنین وزن یال‌ها<sup>۱</sup> بین رأس‌های جدید توسط مجموع وزن یالها بین رأس‌ها در دو اجتماع متناظر تعیین می‌شود. یال‌ها بین رأس‌های یک اجتماع منجر به طوقه<sup>۲</sup> برای این اجتماع در شبکه جدید می‌شود. پس از اتمام مرحله دوم، می‌توان مرحله اول الگوریتم را روی شبکه وزنی به دست آمده تکرار کرد تا جایی که ماکزیمم ماژولاریتی به دست آید. کیفیت اجتماعات به دست آمده از این روش اغلب توسط تابع هدف ماژولاریتی تعیین می‌شود که تراکم یال‌ها درون اجتماعات در مقایسه با تراکم یال‌ها بین اجتماعات را اندازه‌گیری می‌کند (بلاندل و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۸، ص: ۴). تابع ماژولاریتی به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$Q = \frac{1}{2m} \sum_{i,j} \left[ w_{i,j} - \frac{s_i s_j}{2m} \right] \delta(c_i \cdot c_j)$$

که  $w_{ij}$ ، وزن یال بین رأس‌های  $i$  و  $j$  است،  $c_i$  اجتماعی است که رأس  $i$  متعلق به آن است و  $\delta(c_i \cdot c_j)$  برابر با عدد یک است اگر  $c_i = c_j$  باشد و در غیراین صورت  $\delta(c_i \cdot c_j)$  برابر با صفر است.  $m = (1/2) \sum_{i,j} w_{i,j}$  مجموع وزن یال‌هاست (هانگ<sup>۴</sup>، ۲۰۲۰، ص: ۴).

### ۳-۴. روش مقایسه اجتماعات

انترویی اطلاعات متقابل نرمال‌شده<sup>۵</sup> (NMI) که توسط دانون و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۰۵) مطرح شده است معیاری کمی است که میزان شباهت دو ساختار اجتماع را نشان می‌دهد. محققان از این معیار برای مقایسه ساختار اجتماع شبکه تجارت و ساختار

- 
1. Links
  2. Self-Loops
  3. Blondel et al.
  4. Huang
  5. Normalized Mutual Information
  6. Danon et al.

اجتماع براساس متغیرهای تعیین‌کننده از جمله موافقت‌نامه‌های تجارت منطقه‌ای استفاده کرده‌اند (باریگزی و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱؛ ریس و همکاران، ۲۰۱۴؛ ترجیانی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۸؛ یان و همکاران، ۲۰۲۱).

در این مطالعه، با استفاده از این شاخص، اجتماعات تجاری به دست‌آمده با استفاده از داده‌های تجارت مربوط به ۱۵۰ کشور طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۹ با اجتماعات تشکیل شده توسط موافقت‌نامه‌های تجارت منطقه‌ای شامل موافقت‌نامه‌های تجاری اکو، هشت کشور اسلامی (D8) و سازمان کنفرانس اسلامی، جهت بررسی میزان شباهت آن‌ها و نقش این موافقت‌نامه‌ها در شبکه تجارت جهانی مقایسه شده‌است. بدین منظور شبکه وزنی بدون جهت با ماتریس وزنی  $M_t = \{m_{ij,t}\}$  که رأس‌ها بیانگر کشورها هستند و یال‌ها براساس تعداد RTAs بین دو کشور  $i$  و  $j$  در زمان  $t$  وزن‌دار می‌شوند، ساخته می‌شود. در ادبیات تجربی در مورد تجارت، RTAs تعیین‌کننده‌ی مهم جریان‌ات تجارت هستند (باریگزی و همکاران، ۲۰۱۱، ص: ۵). معیار مشابهت بین اجتماعات براساس نظریه اطلاعات توسط رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$NMI(P_A, P_B) = \frac{-2 \sum_{i=1}^{C_A} \sum_{j=1}^{C_B} N_{ij} \log\left(\frac{N_{ij}N}{N_i N_j}\right)}{\sum_{i=1}^{C_A} N_i \log\left(\frac{N_i}{N}\right) + \sum_{j=1}^{C_B} N_j \log\left(\frac{N_j}{N}\right)}$$

که  $P_A$  و  $P_B$  دو اجتماع و  $N$  ماتریس در هم‌ریختگی<sup>۳</sup> است. ردیف‌ها متناظر با اجتماعات واقعی و ستون‌ها متناظر با اجتماعات "کشف شده"<sup>۴</sup> است.  $N_{ij}$  بیانگر تعداد رأس‌ها<sup>۵</sup> در اجتماع واقعی  $i$  که در اجتماع کشف شده  $j$  نیز ظاهر می‌شود.  $C_A$  و  $C_B$  به ترتیب تعداد پارتیشن‌ها در اجتماعات  $P_A$  و  $P_B$  است. در این معادله  $N_i = \sum_j N_{ij}$ ،  $N_j = \sum_i N_{ij}$  و  $N = \sum_i \sum_j N_{ij}$  است. اگر اجتماعات یافت شده با اجتماعات واقعی یکسان باشند آنگاه

- 
1. Barigozzi et al.
  2. Torreggiani et al.
  3. Confusion Matrix
  4. Found
  5. Nodes

$NMI(P_A, P_B)$  دارای حداکثر مقدار خود یعنی عدد یک است. اگر اجتماعات یافت شده کاملاً مستقل از اجتماعات واقعی باشند آنگاه مقدار  $NMI(P_A, P_B)$  صفر خواهد شد. از آنجایی که ناهمگنی زیادی بین کشورها وجود دارد (کشورها نقش‌های بسیار متفاوتی در ساختار شبکه ایفا می‌کنند)، برای درک بهتر نقش کشورها در سیستم تجارت بین‌الملل از شاخص‌های مرکزیت شبکه<sup>۱</sup> استفاده می‌شود. مرکزیت یک شاخص مهم برای ارزیابی موقعیت رأس‌ها (کشورها) و تعیین اهمیت آنهاست. به طور خاص مرکزیت شبکه تعیین می‌کند که کدام رأس‌ها، موقعیت مهم‌تری در شبکه دارند (فان و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۴، ص: ۴). برخی از مهم‌ترین شاخص‌های مرکزیت که در مطالعه‌ی حاضر نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند، عبارتند از:

**الف. مرکزیت درجه<sup>۳</sup>:** ساده‌ترین معیار برای نشان دادن موقعیت رأس‌ها در شبکه است. این شاخص فقط تعداد اتصالات مستقیم رأس را در نظر می‌گیرد. که به شرح زیر است:

$$C_D^N = \frac{\sum_j A_{ij}}{(N-1)}$$

که  $N$  تعداد کل رأس‌ها در شبکه است  $A_{ij}$  ماتریس مجاورت شبکه است که به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$A_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{اگر } i \text{ و } j \text{ یک یال داشته باشند} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

این شاخص در دامنه صفر تا یک است. هرچه این شاخص به عدد یک نزدیک باشد کشور به طور مستقیم به بقیه شبکه متصل‌تر است.

**مرکزیت قدرت<sup>۴</sup>:** در نسخه وزنی شبکه محاسبه می‌شود این شاخص بیانگر سهم

- 
1. Network Centrality
  2. Fan et al.
  3. Degree Centrality
  4. Strength Centrality



تجارت دو جانبه هر کشور با توجه به جریان‌ات تجارت کل است و به صورت رابطه زیر محاسبه می‌شود (بندیکتیس و تاجولی، ۲۰۱۸، ص: ۱۷).

$$C_S^P = \frac{\sum_j w_{ij}}{\sum_i \sum_j w_{ij}}$$

**مرکزیت بردار ویژه<sup>۱</sup>:** این شاخص بیانگر اهمیت رأس در شبکه براساس اتصال آن است، مفهوم آن این است که یک رأس (کشور) مرکزیت بالایی خواهد داشت اگر به رأس‌هایی با موقعیت مرکزی در شبکه متصل باشد. به عبارت دیگر، مرکزیت رأس تنها به تعداد رئوس مجاور آن بستگی ندارد بلکه به مرکزیت این رئوس بستگی دارد. در بسیاری شرایط اهمیت رأس در شبکه با اتصال به سایر رئوس که خودشان مهم هستند، افزایش می‌یابد. که این همان مفهوم مرکزیت بردار ویژه است (فان و همکاران، ۲۰۱۴، ص: ۵). این شاخص توسط رابطه زیر نشان داده می‌شود:

$$C_e(i) = \lambda^{-1} \sum_{j=1}^N A_{ij} e_j$$

که  $\lambda$  بزرگ‌ترین مقادیر ویژه<sup>۲</sup> ماتریس مجاورت و  $e_j$  بردار ویژه<sup>۳</sup> آن است. هنگام بررسی روابط تجارت بین‌الملل، لازم است برای یک کشور معین، میزان اهمیت شرکای آن را نیز در نظر گرفته شود (به عبارتی اگر کشور با کشورهایی رابطه دارد که آن کشورها مهم هستند، اهمیت آن کشور نیز افزایش می‌یابد).

**ضریب خوشگی<sup>۴</sup>:** با افزایش موافقت‌نامه‌های تجارت بین‌الملل در دهه ۱۹۹۰ و با توجه به این ترتیبات تجاری ترجیحی، سوال جالبی که مطرح می‌شود این است که شرکای تجاری یک کشور خاص به چه میزان با یکدیگر ارتباط دارند. این سوال متناظر با تحلیل میزان روابط تجارت چندجانبه نسبت به روابط تجارت دوجانبه است. در دنیای جهانی شده<sup>۵</sup> سهم روابط چندجانبه نسبت به روابط دوجانبه بالاتر از دنیای تجزیه شده<sup>۶</sup> است.

- 
1. Eigenvector Centrality
  2. Eigenvalue
  3. Eigenvector
  4. Clustering Coefficient
  5. Globalized World
  6. Balkanized World

برحسب توپولوژی شبکه، میزان چندجانبه‌گرایی از طریق ویژگی ضریب خوشگی شبکه مورد بررسی قرار می‌گیرد. این شاخص، میانگین احتمال اینکه دو کشور معین که با یکدیگر ارتباط دارند با یک شریک تجاری سوم نیز روابط تجاری داشته باشند، را نشان می‌دهد (کالی و ریس<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷، ص: ۸).

ضریب خوشگی وزنی توسط رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$C_c(i) = \frac{1}{k_i(k_i-1)} \sum_{j,k} \frac{1}{\langle w_i \rangle} \frac{w_{ij}+w_{ik}}{2} a_{ij} a_{jk} a_{ik}$$

در این رابطه  $k$  بیانگر درجه رأس  $i$ ،  $w_{ij}$  ارزش تجارت  $i$  به  $j$ ،  $w_{jk}$  ارزش تجارت  $j$  به  $k$  و  $w_i$  کل ارزش تجارت  $i$ ،  $a$  عنصری از ماتریس مجاورت است که در صورت وجود رابطه تجاری عدد یک و در غیر این صورت عدد صفر می‌گیرد.

میانگین ضریب خوشگی برای کل شبکه نیز برابر با میانگین تمام ضرایب خوشه‌بندی کشورهاست و توسط رابطه زیر نشان داده می‌شود:

$$\bar{C}_c = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_c(i)$$

در این رابطه  $N$  برابر با تعداد رئوس موجود در شبکه است (سرامکی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۷، ص: ۱).

**تراکم شبکه<sup>۳</sup>:** یک روش برای بررسی میزان یکپارچگی در شبکه تجارت، استفاده از شاخص تراکم شبکه است. این شاخص بیانگر نسبت تعداد روابط تجاری موجود در شبکه به حداکثر تعداد روابط ممکن در شبکه است. تراکم شبکه توسط رابطه زیر نشان داده می‌شود:

$$D = \frac{l}{N(N-1)}$$

که  $l$  بیانگر تعداد روابط تجاری واقعی (کل یال‌ها) و  $N$  تعداد کشورهاست. مقدار این شاخص در دامنه صفر تا یک است. این شاخص برای شبکه کاملاً متصل برابر با یک و

---

1. Kali and Reyes  
2. Saramaki et al.  
3. Network Density

برای شبکه غیرمتصل (بدون روابط تجاری) برابر با صفر است (یان و همکاران، ۲۰۲۱، ص: ۶).

در راستای هدف مطالعه‌ی حاضر و انجام محاسبات مذکور از داده‌های مربوط به تجارت (مجموع واردات و صادرات) ۱۵۰ کشور در سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۰ مستخرج از بانک اطلاعاتی سازمان ملل (UNCTAD)<sup>۱</sup> بخش ماتریس تجارت کالایی و براساس گزارش کشورهای واردکننده<sup>۲</sup> و صادرکننده<sup>۳</sup> استفاده شده‌است. براساس داده‌های جمع‌آوری شده، ماتریس مجاورت تجارت کشورها با استفاده از نرم افزار پایتون ورژن ۰.۸.۳ استخراج و شبکه‌های وزنی و بدون جهت برای ماتریس مجاورت تجارت شکل گرفته و سپس با استفاده از الگوریتم لوین، به اجتماع‌های<sup>۴</sup> تجاری تقسیم‌بندی شده‌اند.

## ۵. یافته‌های پژوهش و تحلیل نتایج

### ۵-۱. بررسی ساختار اجتماع در شبکه تجارت جهانی

به‌منظور تحلیل اجتماع، از روش شبکه پیچیده برای آشکار کردن الگوی جهانی تجارت بین‌الملل استفاده می‌شود. ساختار اجتماع شبکه تجارت جهانی با ماکزیمم کردن نسخه وزنی تابع ماژولاریتی<sup>۵</sup> برای شبکه تجارت طی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۰ برای ۱۵۰ کشور در نمودار (۱) نشان داده شده‌است:

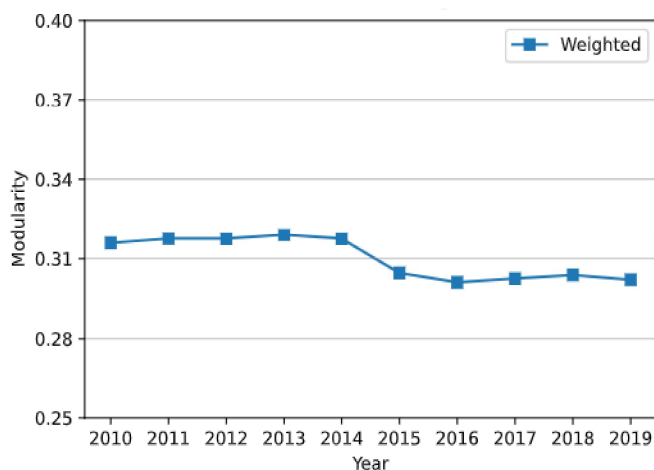
1. <http://unctadstat.unctad.org>

2. Merchandise trade matrix-imports of individual economies in thousands of united states dollars, annual

3. Merchandise trade matrix-exports of individual economies in thousands of united states dollars, annual

4. Community

5. The Modularity Function



شکل (۱). مقادیر تابع ماژولاریتی

منبع: یافته‌های پژوهش

مقدار ماژولاریتی بالاتر از  $0/3$  بیانگر زیرشبکه مهم است. مقدار بالای  $Q$  نشان‌دهنده تفکیک قوی است و مقدار پایین  $Q$  نشان‌دهنده تفکیک ضعیف شبکه است. در حالت تفکیک قوی، تجارت درون اجتماع<sup>۱</sup> بالا و تجارت بین اجتماع<sup>۲</sup> کم است. یعنی کشورهای درون یک اجتماع با کشورهای سایر اجتماعات، تجارت محدودی دارند. در حالت تفکیک ضعیف، تجارت بین اجتماع قابل توجه است این مورد را می‌توان به عنوان جهانی شدن تجارت بیان کرد (پیزول و اسکاتی<sup>۳</sup>، ۲۰۱۷، ص: ۴).

معیار ماژولاریتی کیفیت تقسیم‌بندی اجتماعات تجاری را اندازه‌گیری می‌کند. مقدار بالای آن بیانگر کیفیت بهتر تقسیم‌بندی اجتماعات تجاری است. همان‌طور که در نمودار فوق مشاهده می‌شود میانگین مقدار ماژولاریتی طی ۱۰ سال تقریباً  $0/31$  است که بیانگر تفکیک قوی اجتماعات تجاری شناسایی شده طی این ده سال مورد مطالعه

- 
1. Intra-community
  2. Inter-community
  3. Pizzol and Scotti

است به عبارتی تراکم روابط تجاری درون اجتماعات بیشتر و تراکم بین اجتماعات کمتر است. مقدار مازولاریتی در دوره زمانی ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۹ به تدریج کاهش می‌یابد این روند نشان می‌دهد که طی ۱۰ سال رابطه بین کشورها در تجارت بین‌الملل نزدیک‌تر شده است و تفکیک اجتماعات تجاری از یکدیگر تاحدی نامفهوم است به عبارتی روابط تجاری درهم‌تنیده میان کشورها وجود دارد که تقسیم کشورها به اجتماعات تجاری را تا حدی دشوار می‌سازد. این نتیجه می‌تواند به عنوان شاخص جهانی‌سازی تجارت بین‌الملل تفسیر شود.

## ۲-۵. سیر تکامل زمانی - مکانی ساختار اجتماعات در شبکه تجارت جهانی

نتایج بهینه‌سازی مازولاریتی برای سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۹ با استفاده از مجموعه داده‌های ۱۵۰ کشور در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول (۱). نتایج بهینه‌سازی تابع مازولاریتی

سال	تعداد کشورهای هر اجتماع	$Q_{max}$	تعداد اجتماعات (q)
۲۰۱۰	۵۶.۲۹.۶۲.۲.۱	۰/۳۱۵۹۴۳	۵
۲۰۱۱	۵۷.۳۱.۵۳.۸.۱	۰/۳۱۷۵۹۶	۵
۲۰۱۲	۵۴.۳۹.۵۷	۰/۳۱۷۴۶۶	۳
۲۰۱۳	۵۵.۳۸.۵۷	۰/۳۱۸۹۶۲	۳
۲۰۱۴	۶۳.۲۹.۵۸	۰/۳۱۷۴۹۸	۳
۲۰۱۵	۵۷.۲۳.۷۰	۰/۳۰۴۵۹۱	۳
۲۰۱۶	۵۶.۲۹.۶۲.۳	۰/۳۰۱۱۱۵	۴
۲۰۱۷	۶۰.۲۸.۶۲	۰/۳۰۲۵۳۹	۳
۲۰۱۸	۶۱.۲۲.۶۷	۰/۳۰۳۸۷۹	۳
۲۰۱۹	۵۹.۲۳.۶۸	۰/۳۰۲۰۶۴	۳

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در جدول فوق مشاهده می‌شود در سال ۲۰۱۰، تعداد ۵ اجتماع (q=5) به همراه  $Q_{max} = 0.315943$  به دست آمده است و تعداد اعضای هر اجتماع

شامل ۵۶، ۲۹، ۶۲، ۲ و ۱ کشور است. گروه تجاری اول با ۵۶ عضو بیشتر شامل کشورهای اروپایی است. گروه تجاری دوم با ۲۹ عضو بیشتر شامل کشورهای قاره آمریکا است. گروه تجاری سوم که بزرگ‌ترین گروه تجاری است شامل ۶۲ کشور است و بیشتر شامل کشورهای قاره آفریقا و آسیا بوده و گروه تجاری چهارم شامل دو کشور عراق و سوریه است. گروه تجاری پنجم نیز شامل یک کشور مربوط به قاره آفریقا به نام سودان است. در سال ۲۰۱۰ به جز کشورهای آفریقا و آسیا که تمایل دارند در یک گروه تجاری با یکدیگر ارتباط داشته‌باشند سایر گروه‌های تجاری، منطقه‌گرایی قابل توجهی را نشان می‌دهند. همان‌طور که در شکل موجود در پیوست شماره یک نشان داده شده است در سال ۲۰۱۰ کشورهای یک قاره به احتمال زیاد در همان اجتماع گروه‌بندی می‌شوند که بیانگر این موضوع است که مشخصات جغرافیایی نقش مهمی در تشکیل الگوهای تجاری دارند. در سال ۲۰۱۱،  $q = 5$  اجتماع و اجتماعات شامل ۵۷، ۳۱، ۵۳، ۸، ۱ کشور هستند. گروه تجاری اول عمدتاً شامل کشورهای اروپایی، گروه تجاری دوم شامل کشورهای قاره آمریکا، گروه تجاری سوم بیشتر شامل کشورهای آسیا و آفریقا، گروه تجاری چهارم شامل سه کشور آفریقایی و پنج کشور آسیایی و گروه تجاری پنجم شامل کشور سودان است.

از سال ۲۰۱۲ تا سال ۲۰۱۵، تعداد گروه‌های تجاری به  $q = 3$  کاهش یافته و میزان پراکندگی شبکه‌های تجاری نیز کاسته شده‌است. اجتماعات تجاری در سال ۲۰۱۲ شامل ۵۴، ۳۹ و ۵۷ کشور است. گروه تجاری اول با ۵۴ عضو که بیشتر شامل کشورهای اروپایی است و گروه تجاری دوم با ۳۹ عضو، کشورهای آمریکایی را در بردارد و گروه تجاری سوم با ۵۷ کشور عضو بیشتر شامل کشورهای آسیایی و آفریقایی است. به طور کلی در سال‌های ۲۰۱۲ الی ۲۰۱۵ سه خوشه تجاری شکل گرفته‌است که یک خوشه عمدتاً شامل کشورهای اروپایی و خوشه دیگر بیشتر شامل کشورهای آمریکایی و خوشه سوم شامل کشورهای آسیا-آفریقا در بر می‌گیرد (البته کشورهایی نیز وجود

دارند که بین این خوشه‌های تجاری پراکنده هستند). در سال ۲۰۱۶ تعداد گروه‌های تجاری به  $q = 4$  افزایش می‌یابد به طوری که گروه تجاری اول با ۵۶ عضو عمدتاً شامل کشورهای اروپایی بوده و گروه تجاری دوم با ۲۹ عضو، بیشتر کشورهای آمریکایی را شامل می‌شود. گروه تجاری سوم با ۶۲ عضو شامل کشورهای آسیا و آفریقا است و گروه تجاری چهارم نیز شامل سه کشور آفریقایی است. در سال ۲۰۱۷ الی ۲۰۱۹ تعداد گروه‌های تجاری به  $q = 3$  کاهش می‌یابد. در سال ۲۰۱۷ سه گروه تجاری شامل ۶۰، ۲۸ و ۶۲ کشور است، که گروه تجاری اول شامل کشورهای اروپایی، گروه تجاری دوم عمدتاً شامل کشورهای آمریکایی و گروه تجاری سوم شامل کشورهای آسیا-آفریقا است. سالهای ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ هر یک شامل سه گروه تجاری است که ساختار گروه‌ها مشابه سال ۲۰۱۷ است.

یک روش کارآمد برای بررسی ساختار اجتماع تجاری، استفاده از رویکرد بصری شبکه تجارت است که کشورهای درون یک اجتماع دارای رنگ یکسانی هستند این نوع نمایش، الگوی تجارت و خوشه کشورها را نشان می‌دهد و به شناسایی کشورهای برجسته تر در شبکه تجارت و جریان‌ات تجارت دو جانبه ارزشمندتر کمک می‌کند و بینشی در مورد ساختار اجتماعات در شبکه تجارت برای ما فراهم می‌آورد. در پیوست شماره یک اجتماعات تجاری مربوط به سالهای ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۹ با استفاده از الگوریتم کشف اجتماع لوین، نشان داده شده است. در نقشه اجتماعات تجاری، اجتماع تجاری مربوط به کشورهای اروپایی با رنگ قرمز، اجتماع تجاری مربوط به کشورهای آمریکایی با رنگ آبی و اجتماع تجاری آسیا-آفریقا با رنگ سبز نشان داده شده است.

همان‌طور که در نقشه اجتماعات تجاری در پیوست شماره یک مشاهده می‌شود کشور ایران طی سال‌های ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۹ در اجتماع‌های تجاری قرار دارد که عمدتاً کشورهای آسیایی و آفریقایی همراه با تعداد کمی کشورهای اقیانوسیه حضور دارند به

عبارتی کشور ایران طی این ده سال در خوشه تجاری آسیا-آفریقا قرار دارد<sup>۱</sup>. برای بررسی دقیق‌تر جایگاه ایران و سایر شرکا در این اجتماع تجاری، در بخش بعد شاخص‌های شبکه محاسبه و مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### ۳-۵. برآورد شاخص‌های شبکه

با توجه به این‌که هدف ما در این تحقیق بررسی الگوی تجارت ایران طی سال‌های ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۹ است، لذا آن گروه تجاری که کشور ایران در آن حضور دارد به عنوان گروه تجاری منتخب در نظر گرفته و موقعیت ایران و شرکای تجاری آن با استفاده از شاخص‌های شبکه بررسی شده است. لازم به ذکر است طی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۰ کشور ایران در گروه‌های تجاری قرار دارد که از نظر تعداد شرکای تجاری همگن نیستند به طوری که تعداد کشورها در هر گروه تجاری طی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۰ به ترتیب شامل ۶۲، ۵۳، ۵۷، ۵۸، ۷۰، ۶۲، ۶۷ و ۶۸ کشور است. تعداد گروه‌های تجاری در این مطالعه ۱۰ مورد است که به منظور بررسی موقعیت تجاری کشور ایران و با توجه به نقش تحریم‌ها در تجارت کشور، شاخص‌های شبکه برای سال‌های ۲۰۱۰ (آغاز تحریم‌های شورای امنیت سازمان ملل متحد)، سال ۲۰۱۵ (بسته شدن پیمان برنامه جامع اقدام مشترک (برجام) بین ایران، اتحادیه اروپا و گروه ۵+۱ و لغو تعدادی از تحریم‌های شورای امنیت)، سال ۲۰۱۸ (خروج آمریکا از برجام و بازگشت تحریم‌های سابق) و سال ۲۰۱۹ (تحریم‌های جدید آمریکا علیه بانک مرکزی ایران و صندوق توسعه ملی) بررسی می‌شود.

#### ۳-۵-۱. تراکم شبکه

برای تحلیل ساختار شبکه، تراکم شبکه یک شاخص کلیدی است که میزان یکپارچگی

۱. اسامی کشورهای مربوط به هر اجتماع تجاری نزد نویسندگان بوده و در صورت نیاز در اختیار خواننده قرار خواهد گرفت.



منطقه‌ای در شبکه تجارت را اندازه گیری می‌کند در جدول (۲) شاخص تراکم برای گروه‌های تجاری منتخب از سال ۲۰۱۹-۲۰۱۰ نشان داده شده‌است.

جدول (۲). مقادیر شاخص تراکم برای گروه تجاری منتخب

سال	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹
تراکم	۰/۹۲۰۶	۰/۹۳۱۷	۰/۹۲۲۹	۰/۹۱۹۷	۰/۹۱۴۷	۰/۹۱۸۵	۰/۹۱۷۲	۰/۹۱۹۰	۰/۹۲۶۹	۰/۹۳۸۰

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در جدول فوق مشاهده می‌شود شاخص تراکم در سال ۲۰۱۰ برابر با ۰/۹۲۰۶ و در سال ۲۰۱۹ مقدار شاخص ۰/۹۳۸۰ است که نشان‌دهنده این است که روابط بین کشورها طی این سال‌ها افزایش یافته‌است. به طور کلی میزان این شاخص در تمام سال‌های ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۹ بالاتر از ۰/۵ است که این نتیجه نشان می‌دهد که ارتباط بین کشورها در گروه تجاری نسبتاً بالا و گروه تجاری دارای انسجام و وابستگی بالایی است.

## ۲-۳-۵. ضریب خوشگی

برای بررسی میزان روابط چندجانبه میان کشورها در گروه تجاری منتخب از شاخص ضریب خوشگی استفاده شده‌است. این شاخص، میانگین احتمالی که دو کشور معین با یک شریک تجاری سوم دارای روابط تجاری باشد، را نشان می‌دهد. به عبارتی این شاخص بیانگر این است که کشورها تمایل به برقراری رابطه تجاری با کشورهایی دارند که خودشان نیز با یکدیگر رابطه‌ی تجاری داشته‌اند. مقدار شاخص بین صفر تا یک است و هر چه مقدار ضریب خوشگی بالا باشد میزان روابط تجاری چندجانبه نیز بالاتر است. همان‌طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود میانگین ضریب خوشگی برای همه سال‌ها مقدار بالایی است و بنابراین نشان می‌دهد که کشورها تمایل به برقراری روابط تجاری با

شرکایی دارند که آن‌ها نیز با یکدیگر ارتباط دارند. مقایسه میزان ضریب خوشگی در سال ۲۰۱۰ در مقایسه با سال ۲۰۱۹ نشان می‌دهد که میزان یکپارچگی تجارت در طی این سال‌ها بهبود یافته‌است.

جدول (۳). مقادیر شاخص ضریب خوشگی برای گروه تجاری منتخب

سال	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹
ضریب خوشگی	۰/۹۴۲۱	۰/۹۴۹۵	۰/۹۳۵	۰/۹۴۲۶	۰/۹۴۳۳	۰/۹۴۴۵	۰/۹۳۹۷	۰/۹۴۶۸	۰/۹۴۹۸	۰/۹۵۷۰

منبع: یافته‌های پژوهش

### ۳-۳-۵. مرکزیت درجه و مرکزیت قدرت

از آنجایی که ناهمگنی زیادی بین کشورها وجود دارد و کشورها نقش‌های بسیار متفاوتی در ساختار شبکه ایفا می‌کنند، بنابراین تحلیل اهمیت کشورها در شبکه تجارت بین‌الملل کمک می‌کند تا نقش کشورها در اقتصاد جهانی را درک کنیم. به منظور درک بهتر موقعیت کشورها به ویژه کشور ایران در گروه تجاری منتخب، از شاخص‌های مرکزیت استفاده شده‌است. نتایج حاصل از مرکزیت درجه در پیوست شماره ۲ به تفکیک رتبه نشان داده شده‌است. در این شکل کشورها در سه گروه ۲۰ تایی<sup>۱</sup> با توجه به امتیاز کسب‌شده دسته‌بندی شده‌اند. در این شکل کشورها با بیشترین میزان مرکزیت درجه به کمترین میزان به ترتیب در سه رنگ قرمز تیره به قرمز روشن نشان داده شده‌است. شاخص مرکزیت درجه یک معیار اتصال باینری است که ساده‌ترین روش برای اندازه‌گیری اهمیت کشور در شبکه تجارت بین‌الملل است همان‌طور که در نقشه موجود در پیوست شماره ۲ مشاهده می‌شود این شاخص نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۰ در اجتماع تجاری آسیا-آفریقا کشورهایی مانند آرژانتین، استرالیا، بنگلادش، برزیل، چین، ژاپن، اندونزی، پاکستان، فیلیپین، سنگاپور، تایلند بیشترین میزان روابط

۱. در گروه آخر تعداد ۲۱ کشور قرار دارد.

تجاری با سایر کشورها دارند و نقش مهمی در این اجتماع تجاری ایفا کرده‌اند. پس از آن کشورهای امارات متحده عربی، ویتنام، ایران، کویت، کنیا، موریس، بحرین، میزان روابط تجاری بالایی با سایر کشورها دارند. کشور ایران جایگاه نوزدهم را در میان کشورهای اجتماع تجاری آسیا- آفریقا کسب کرده‌است. اما کشورهایی مانند تونگا، مالدیو، وانواتو، منگولیا، قرقیزستان، میانمار، نیجریه، زامبیا، یمن، ائیوپی دارای کمترین میزان روابط تجاری با سایر کشورها هستند و نقش ضعیفی در این اجتماع تجاری ایفا می‌کنند. در سال ۲۰۱۵ شاخص مرکزیت درجه نشان می‌دهد کشورهایی مانند استرالیا، بحرین، بنگلادش، برزیل، چین، اندونزی، ژاپن، کویت، مالزی، بیشترین میزان روابط تجاری با سایر کشورها دارند اما کشورهایی مانند ترکمنستان، تونگا، وانواتو، گینه نو، یمن و منگولیا دارای کمترین میزان روابط تجاری با سایر کشورها هستند در این سال موقعیت تجاری کشور ایران براساس این شاخص تنزل یافته است و جایگاه بیست و نهم را در این اجتماع تجاری کسب کرده است. در سال ۲۰۱۸ این شاخص نشان می‌دهد کشورهایی از جمله آرژانتین، استرالیا، بحرین، بنگلادش، برزیل، چین، اندونزی، ژاپن، کویت، مالزی، نیوزلند دارای بیشترین روابط تجاری با سایر کشورها هستند و پس از آن کشورهایی مانند امارات متحده عربی، اوروگوئه، شیلی، مصر، کنیا، میانمار، نامیبیا و فیلیپین بیشترین روابط تجاری با سایر کشورها دارند اما کشورهایی مانند تونگا، وانواتو، گینه نو، ترکمنستان نقش ضعیفی در این اجتماع تجاری ایفا می‌کنند. براساس این شاخص کشور ایران جایگاه سی و هشتم را در این اجتماع تجاری کسب کرده‌است که بیانگر ضعیف بودن روابط تجاری این کشور است.

شاخص مرکزیت درجه برای سال ۲۰۱۹ نشان می‌دهد کشورهایی مانند آرژانتین، استرالیا، بحرین، برزیل، چین، ژاپن، نیوزلند، پاکستان، فیلیپین، سنگاپور روابط تجاری بالایی با سایر کشورها دارند و پس از آن کشورهای کامرون، فیجی، نامیبیا و رامبیا نقش مهمی ایفا می‌کنند. کشور ایران در سال ۲۰۱۹ در جایگاه ۳۱ امین کشور در میان

کشورهای اجتماع تجاری آسیا-آفریقا قرار گرفته‌است که در مقایسه با سال ۲۰۱۰ جایگاه آن تنزل یافته‌است.

نتایج حاصل از مرکزیت قدرت نیز در پیوست شماره (۳) نشان داده شده‌است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در سال ۲۰۱۰ کشور چین دارای بیشترین میزان مرکزیت قدرت است به عبارتی بیشترین میزان سهم تجارت را در اجتماع تجاری آسیا-آفریقا دارد. پس از آن به ترتیب کشورهای ژاپن، سنگاپور، استرالیا، تایلند، امارات متحده عربی، مالزی، اندونزی، ویتنام و ایران دارای مرکزیت قدرت بالایی هستند و کمترین میزان این شاخص به کشورهای تونگا، سیرالئون، مالدیو، رواندا و توگو مربوط است. در سال ۲۰۱۵ شاخص مرکزیت قدرت نشان می‌دهد بیشترین میزان سهم تجارت در این اجتماع تجاری پس از کشور چین به ترتیب متعلق به کشورهای ژاپن، سنگاپور، امارات متحده عربی، تایلند، استرالیا، مالزی و برزیل است. کمترین میزان سهم تجارت براساس این شاخص به کشورهای تونگا، وانواتو، سیرالئون، مالدیو و موریتانی مربوط می‌شود. موقعیت تجاری ایران براساس این شاخص در سال ۲۰۱۵ نسبت به سال ۲۰۱۰ تنزل یافته‌است و رتبه بیست و یکم را در این اجتماع تجاری کسب کرده‌است. در سال ۲۰۱۸ نیز کشور چین دارای بیشترین میزان مرکزیت قدرت است پس از آن به ترتیب کشورهای ژاپن، سنگاپور، تایلند، امارات متحده عربی، ویتنام، استرالیا، مالزی، اندونزی و برزیل دارای مرکزیت قدرت بالایی هستند و کمترین میزان این شاخص به کشورهای تونگا، وانواتو، سیرالئون، سورینام، ترکمنستان و رواندا مربوط می‌شود جایگاه تجاری ایران براساس این شاخص تنزل یافته و رتبه بیست و دوم را کسب نموده‌است. در سال ۲۰۱۹ در مقایسه با سال ۲۰۱۰ موقعیت کشورها براساس این شاخص تنزل یافته‌است. در این سال کشور چین دارای بیشترین میزان مرکزیت قدرت است اما مقدار این شاخص نسبت به سال ۲۰۱۰ کمتر شده‌است. پس از کشور چین، کشورهای ژاپن، سنگاپور، ویتنام، امارات متحده عربی، استرالیا و تایلند دارای مرکزیت قدرت بالایی

هستند. در سال ۲۰۱۹ کشور ایران براساس این شاخص در جایگاه پایین‌تری قرار گرفته‌است به طوری که سهم تجارت آن در این اجتماع تجاری در مقایسه با سال ۲۰۱۰ کاهش یافته‌است.

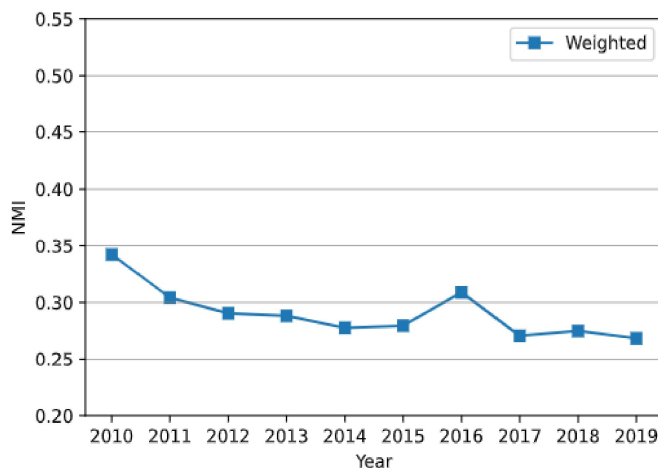
#### ۴-۳-۵. مرکزیت بردار ویژه

کشورهایی در شبکه تجارت جهانی وجود دارند که هنگام تجارت با شرکای تجاری قدرتمند، قوی‌تر می‌شوند و به عبارتی هنگامی که شرکای تجاری آنها قوی باشند، کشورهای مهمی محسوب می‌گردند. این نوع اثر غیر مستقیم کشور توسط مرکزیت بردار ویژه نشان داده می‌شود. شاخص مرکزیت بردار ویژه اثر کشور در شبکه را اندازه‌گیری می‌کند. این شاخص به همه کشورها در شبکه امتیاز نسبی اختصاص می‌دهد. براساس این مفهوم؛ اتصال به کشورهایی با امتیاز بالا نسبت به کشورهایی با امتیاز پایین، به افزایش امتیاز کشور کمک می‌کند. نتایج حاصل از شاخص مرکزیت بردار ویژه در پیوست شماره ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود در اجتماع تجاری آسیا-آفریقا در سال ۲۰۱۰، کشورهای استرالیا، بنگلادش، چین، اندونزی، ژاپن، مالزی، نیوزلند، پاکستان، فیلیپین، عربستان سعودی و تایلند بالاترین میزان شاخص مرکزیت بردار ویژه را دارند که نشان می‌دهد این کشورها به دلیل قدرت و موقعیت شرکای تجاری خویش به‌طور غیرمستقیم شبکه تجارت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. پس از آنها کشورهای کنیا، سریلانکا، تانزانیا و سپس ایران دارای مرکزیت بردار ویژه نسبتاً بالایی هستند. در سال ۲۰۱۵ کشورهای استرالیا، بحرین، بنگلادش، چین، اندونزی، ژاپن، کویت مالزی بالاترین میزان شاخص مرکزیت بردار ویژه را دارند و کشورهای ترکمنستان، تونگا، وانواتو، مالدیو، گینه‌نو و برونی دارالسلام کمترین میزان این شاخص را دارند. این شاخص برای کشور ایران نسبت به سال ۲۰۱۰ کاهش یافته است و رتبه بیست و هشتم را کسب کرده است. در سال ۲۰۱۸ کشورهای

استرالیا، بحرین، بنگلادش، چین، اندونزی، ژاپن، کویت، مالزی، نیوزلند، عمان، پاکستان، عربستان سعودی و سنگاپور بیشترین میزان شاخص مرکزیت بردار ویژه را دارند و کشورهای تونگا، وانواتو، ترکمنستان، گینه نو، مالدیو، یمن، عراق و منگولیا کمترین میزان شاخص مرکزیت بردار ویژه را دارند. کشور ایران براساس این شاخص در جایگاه بیست و ششم قرار دارد. در سال ۲۰۱۹ کشورهای آرژانتین، استرالیا، بحرین، بنگلادش، برزیل، شیلی، چین، اندونزی، ژاپن، کویت، مالزی، موزامبیک، نیوزلند، پاکستان، فیلیپین، سنگاپور و تایلند بالاترین میزان شاخص مرکزیت بردار ویژه را دارند، پس از آن کشورهای برونئی دارالسلام، کامرون و نامیبیا قرار دارند. موقعیت ایران برحسب این شاخص در سال ۲۰۱۹ تنزل یافته است و از جایگاه بیست و دوم در سال ۲۰۱۰ به جایگاه سی و یکم در سال ۲۰۱۹ تنزل یافته است.

#### ۴-۵. مقایسه ساختار اجتماعات

شباهت‌ها و تفاوت‌ها میان ساختار اجتماعات را می‌توان با استفاده از شاخص اطلاعات متقابل نرمال شده (NMI) بررسی کرد. مقدار این شاخص بین صفر و یک است و هرچه شباهت میان دو ساختار اجتماع بیشتر باشد مقدار این شاخص بیشتر می‌گردد. مقادیر شاخص NMI برای مقایسه شبکه اجتماعات تجاری ۱۵۰ کشور طی سال‌های ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۹ با استفاده از داده‌های تجارت و شبکه موافقت‌نامه‌های تجاری اکو، D8 و سازمان کنفرانس اسلامی در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل (۲). شاخص اطلاعات متقابل نرمال شده (NMI)

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در شکل (۲) مشاهده می‌شود بیشترین مقدار این شاخص مربوط به سال ۲۰۱۰ و کمترین مقدار آن مربوط به سال ۲۰۱۹ است. مقدار میانگین NMI بین اجتماعات تجاری طی این ده سال ۰.۲۹ است که نسبتاً پایین است و مقادیر NMI طی این سال‌ها روند نزولی دارد که بیانگر این است که موافقت‌نامه‌های تجاری، عامل مهمی در تصمیم کشورها برای تجارت نبوده است و نقش این سه موافقت‌نامه در شبکه تجارت جهانی در حال تضعیف است. به عبارت دیگر، قدرت توضیحی این متغیر (موافقت‌نامه تجاری) به عنوان عامل تعیین‌کننده در شکل‌گیری اجتماعات تجاری نسبتاً کم است. یک دلیل احتمالی می‌تواند کاهش واردات و صادرات در همه مناطق دنیا به دلیل کاهش قیمت کالاهای اساسی از جمله قیمت انرژی طی این سال‌ها باشد. این نتایج نشان می‌دهد که ساختار اجتماعات تجاری تا حدی توسط بازار بین‌المللی خارجی نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

## ۶. نتیجه‌گیری

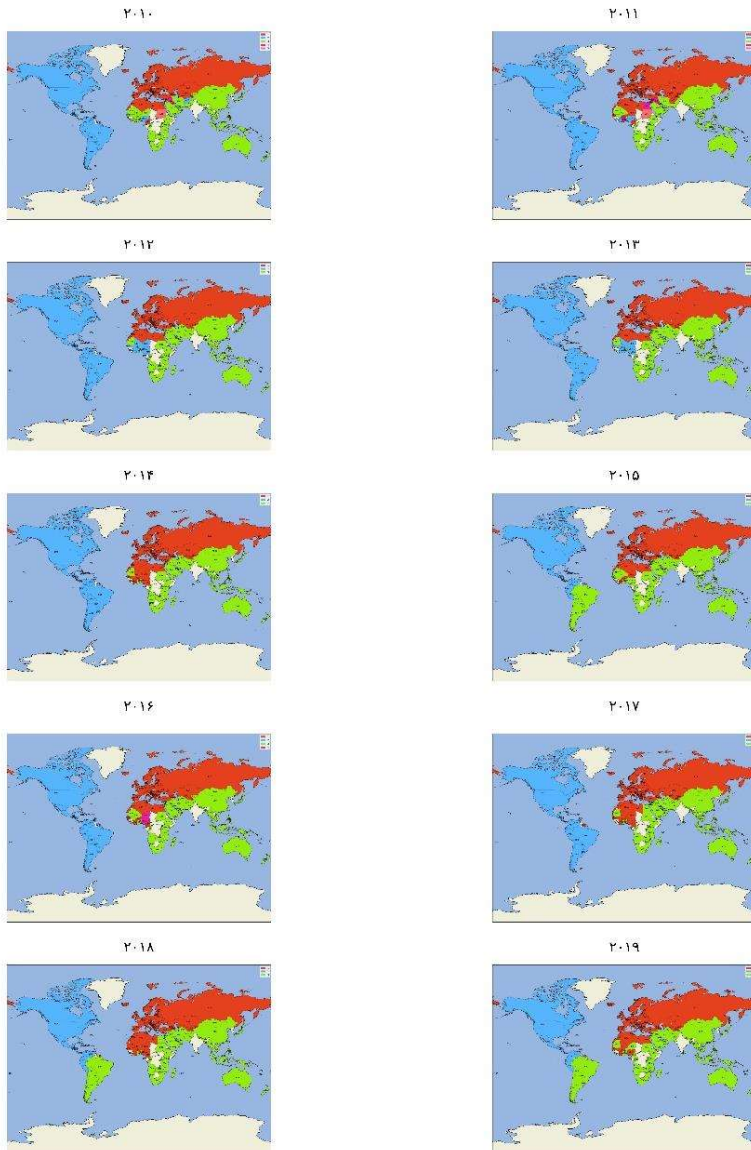
در این مقاله، با استفاده از رهیافت شبکه پیچیده و با تمرکز بر روش کشف اجتماع و سایر شاخص‌های شبکه به بررسی الگو و ساختار تجارت ایران پرداخته شده‌است. در ابتدا با استفاده از الگوریتم کشف اجتماع لوین، گروه‌های تجاری با استفاده از داده‌های ۱۵۰ کشور برای سال‌های ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۹ شناسایی گردیده و پس از تبیین ساختار و الگوهای تجارت طی این سال‌ها، جهت بررسی جایگاه و موقعیت کشور ایران در تجارت با شرکای خود در گروه تجاری منتخب، از شاخص‌های مرکزیت استفاده شده‌است. جهت بررسی اثر موافقت‌نامه‌های تجارت منطقه‌ای در شبکه تجارت جهانی، با استفاده از معیار نظریه اطلاعات ساختار اجتماعات تجاری کشف‌شده از داده‌های تجارت طی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۰ با ساختار موافقت‌نامه‌های تجارت منطقه‌ای مقایسه شده‌اند.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که با استفاده از شاخص اجتماع‌یابی طی ده سال مورد مطالعه، سه گروه تجاری مهم شامل گروه‌های تجاری اروپا، آمریکا و آسیا-آفریقا شناسایی شده‌اند. کشور ایران طی این سال‌ها در گروه تجاری آسیا-آفریقا (ترکیبی از کشورهای آسیا و آفریقا) قرار دارد. محاسبه شاخص تراکم برای این گروه تجاری طی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۰ بیانگر انسجام بالای روابط تجاری میان کشورهاست. برای بررسی میزان روابط چندجانبه میان کشورها در این گروه تجاری از میانگین ضریب خوشگی استفاده شده‌است که مقدار این شاخص طی ده سال مورد مطالعه بیانگر میزان بالای یکپارچگی تجارت در میان کشورهاست. به منظور بررسی موقعیت کشور ایران در این گروه تجاری نیز از شاخص‌های مرکزیت استفاده شده‌است تمامی شاخص‌های مرکزیت درجه، قدرت و بردار ویژه نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۹ در مقایسه با سال ۲۰۱۰ جایگاه ایران در این گروه تجاری تنزل یافته‌است. نتایج حاصل از بررسی نقش سه موافقت‌نامه تجاری اکو، سازمان کنفرانس اسلامی و گروه D8 در شبکه تجارت جهانی با استفاده از معیار نظریه اطلاعات نیز نشان می‌دهد که این

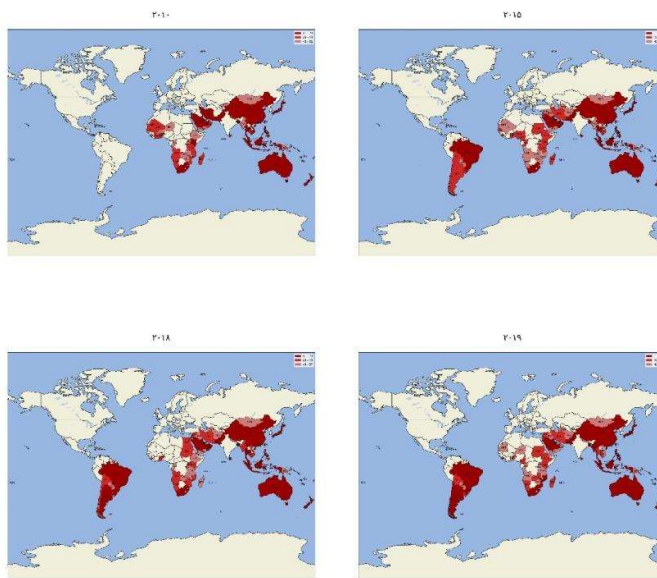


موافقت‌نامه‌های تجاری نقش مهمی در شبکه تجارت جهانی ایفا نکرده‌اند. به طور کلی این بررسی طی دوره‌ی ۲۰۱۹-۲۰۱۰ تا ۹ نمایانگر این است که در گذر زمان اثر موافقت‌نامه‌های تجاری کاسته شده‌است. بنابراین با اعمال تحریم‌های غرب علیه ایران از سال ۲۰۱۰ تاکنون ارزش تجارت با شرکای تجاری را به شدت کاهش داده‌است. این تحقیق با مطالعه هانگ و همکاران (۲۰۲۰) و یان و همکاران (۲۰۲۱) مطابقت دارد و پیشنهاد می‌شود برای جلب موافقت شرکای عمده تجاری فرامنطقه‌ای جهت برقراری روابط تجاری، با اتکا به ظرفیت‌های بالقوه تولید و تجارت و شناسایی دقیق مزیت‌های نسبی کشور در تجارت نسبت به سایر رقبا شرایط مناسب ایجاد شود. کشور ایران با برقراری روابط تجاری قوی‌تر با کشورهای مرکزی موقعیت خود را در شبکه تجارت جهانی بهبود بخشیده و با در نظر گرفتن مسائل سیاسی، سیاست‌های تجاری جهت افزایش تنوع شرکای تجاری و روابط قوی‌تر با کشورهای قطب تجارت اتخاذ نماید.

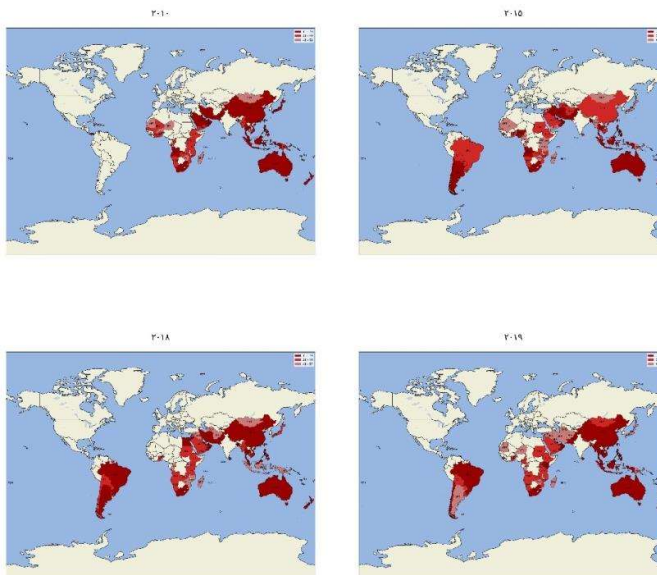
پیوست (۱). نقشه اجتماعات تجاری مربوط به سال های ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۹



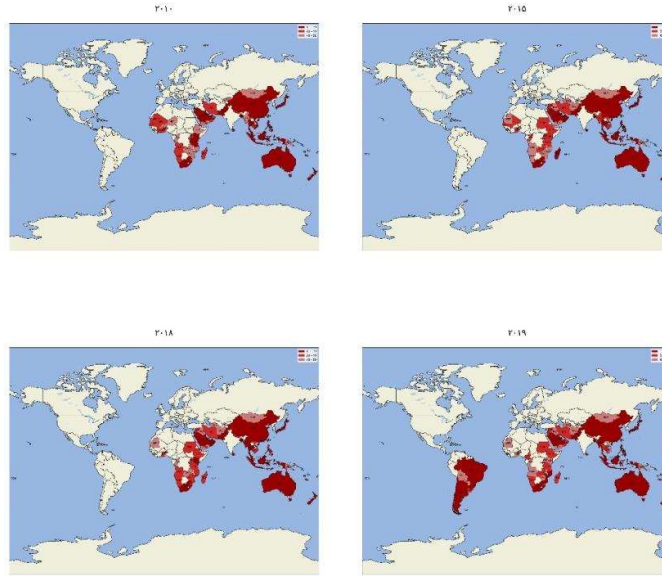
پیوست (۲). نقشه مربوط به مرکزیت درجه در سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ و ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹



پیوست (۳). نقشه مربوط به مرکزیت قدرت در سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ و ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹



پیوست (۴). نقشه مربوط به مرکزیت بردار ویژه در سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ و ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹



پیوست (۵). لیست اسامی کشورهای مورد مطالعه

column1	column2	column3	column4	column5
افغانستان	کلمبیا	جامایکا	نجر	سورینام
آلبانی	کاستاریکا	زاین	نجره	سوئد
الجزایر	voire: ساحل عاج	اردن	مقدونیه شمالی	سوئیس
آنگولا	کرواسی	فرانستان	نرژ	سوریه
آنگولا	کوبا	کنیا	عمان	ناجیکستان
آرژانتین	قبرس	کویت	پاکستان	تانزانیا
ارمنستان	جمهوری چک	فرقیرستان	پاناما	تایلند
استرالیا	دانمارک	لبنون	پاپوا گینه نو	توگو
اتریش	جمهوری دومینیکا	لبنان	پاراگوئه	تونگا
آذربایجان	اکوادور	لبنان	پرو	ترینیداد و توباگو
بحرین	مصر	لوکزامبورگ	فیلیپین	تونس
بنگلادش	السالوادور	ماداگاسکار	لهستان	ترکیه
باربادوس	استونی	مالزی	پرتغال	ترکمنستان
بلاروس	انویس	مالی	قطر	اوگاندا
بلژیک	فنلاند	مالت	رومانی	اوکراین
بنین	فرانسه	موریتانی	روسیه	امارت متحده عربی
برمودا	گرجستان	موریتس	رواندا	بریتانیا
بولیوی	آلمان	مکزیک	سانتوومه و پرنسپ	ایالات متحده آمریکا
بوسنی و هرزگوین	عنا	جمهوری مولداوی	عربستان سعودی	اروگوئه
برزیل	یونان	مغولستان	سنگال	ازبکستان
برونش	گواتمالا	مونتگرو	صربستان	وانواتو
بلغارستان	هندوراس	مراکش	سینشل	ونزوئلا
بورکینافاسو	مجارستان	موزامبیک	سیرالئون	ویتنام
کامبوج	ایسلند	میانمار	سنگاپور	یمن
کامرون	اندونزی	نامیبیا	اسلونی	زامبیا
کانادا	جمهوری اسلامی ایران	نپال	آفریقا جنوبی	زیمبابوه
شیلی	ایرلند	هلند	اسپانیا	کنگو
چین	عراق	کالدونیای جدید	سرلانکا	فiji
هنگ کنگ	اسرائیل	نیوزلند	فلسطین	لیس
نیپال	ایتالیا	نیکاراگوئه	سودان	مالدیو

منابع:

- Bao, X., & Wang, X. (2019). The evolution and reshaping of globalization: a perspective based on the development of regional trade agreements. *China & World Economy*, 27(1), 51-71.
- Barigozzi, M., Fagiolo, G., & Mangioni, G. (2011). Identifying the

- community structure of the international-trade multi-network. *Physica A: statistical mechanics and its applications*, 390(11), 2051-2066
- Berentsen, W. H. (2012). The change in European foreign trade from 1960 to 2010: A geography of leading merchandise exporting partners. *Eurasian geography and Economics*, 53(3), 380-399.
- Blondel, V. D., Guillaume, J. L., Lambiotte, R., & Lefebvre, E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of statistical mechanics: theory and experiment*, 8(10), P10008.
- Calatayud, A., Mangan, J., & Palacin, R. (2017). Connectivity to international markets: A multi-layered network approach. *Journal of Transport Geography*, 61, 61-71
- Cepeda-López, F., Gamboa-Estrada, F., León, C., & Rincón-Castro, H. (2019). The evolution of world trade from 1995 to 2014: A network approach. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 28(4), 452-485.
- De Benedictis, L., & Tajoli, L. (2011). The world trade network. *The World Economy*, 34(8), 1417-1454
- De Benedictis, L., & Tajoli, L. (2018). Global and local centrality of emerging countries in the world trade network. *Networks of International Trade and Investment: Understanding globalization through the lens of network analysis*, 119.
- Duenas, M., & Fagiolo, G. (2013). Modeling the international-trade network: a gravity approach. *Journal of Economic Interaction and Coordination*, 8(1), 155-178.
- Fagiolo, G., Squartini, T., & Garlaschelli, D. (2013). Null models of economic networks: the case of the world trade web. *Journal of Economic Interaction and Coordination*, 8(1), 75-107.
- 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.
- Farinati, A. (2019). *Globalisation and Regionalism in International Trade. The EU-Canada Agreement Case Study* (Bachelor's thesis, Università Ca'Foscari Venezia).
- Giudici, P., Huang, B., & Spelta, A. (2019). Trade networks and economic fluctuations in Asian countries. *Economic Systems*, 43(2), 100695.
- Hadian, E., Sajedianfard, N., Samadi, A. H., & Dehghan Shabani, Z. (2019). Investigating the Effect of International Sanctions on Iran's Trade Structure: A Network Theory Approach. *Journal of Economics and Modeling*, 10(3), 1-29 (In Persian)
- Huang, S., Gou, W., Cai, H., Li, X., & Chen, Q. (2020). Effects of Regional Trade Agreement to Local and Global Trade Purity Relationships. *Complexity*, 2020, Article ID 2987217.
- Imbriani, C., & Reganati, F. (1994). International Production and

- Economic Integration: Towards Economic Convergence. *Economia Internazionale/International Economics*, 47(4), 333-349.
- Ji, Q., Zhang, H. Y., & Fan, Y. (2014). Identification of global oil trade patterns: An empirical research based on complex network theory. *Energy Conversion and Management*, 85, 856-865.
  - 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.
  - Kang, Y.D. (2016). Development of regionalism: new criteria and typology. *Journal of Economic Integration*, 31(2), 234-274.
  - Kastner, S.L. (2007). When do conflicting political relations affect international trade? *Journal of Conflict Resolution*, 51(4), 664-688.
  - Liu, N., An, H., Hao, X., & Feng, S. (2017). The stability of the international heat pump trade pattern based on complex networks analysis. *Applied Energy*, 196, 100-117.
  - Lovrić, M., Da Re, R., Vidale, E., Pettenella, D., & Mavsar, R. (2018). Social network analysis as a tool for the analysis of international trade of wood and non-wood forest products. *Forest Policy and Economics*, 86, 45-66.
  - Lupu, Y., & Traag, V. A. (2013). Trading communities, the networked structure of international relations, and the Kantian peace. *Journal of Conflict Resolution*, 57(6), 1011-1042.
  - Mahutga, M. C. (2006). The persistence of structural inequality? A network analysis of international trade, 1965–2000. *Social Forces*, 84(4), 1863-1889.
  - Mohammed, M., & Magai, P. S. (2020). Effects of Regional Economic Integration on Regional Trade in Africa: The Case of Regional Economic Communities. *Business Management Review*, 22(2), 119-134.
  - NasehiMoghaddam, S., & Ghazanfari, M. (2017). Multiplicity and Exchange in the World Trade and Applied Diplomacy Structure Regarding Social Network Analysis. *Journal of Information Technology Management*, 9(3), 613-636 (In Persian).
  - Nguyen, T. N. A., Pham, T. H. H., & Vallée, T. (2016). Economic integration in ASEAN+ 3: A network analysis. *Journal of economic integration*, 31(2), 275-325.
  - Piccardi, C., & Tajoli, L. (2012). Existence and significance of communities in the world trade web. *Physical review e*, 85(6), 066119
  - Pizzol, M., & Scotti, M. (2017). Identifying marginal supplying countries of wood products via trade network analysis. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22(7), 1146-1158.
  - Reyes, J., Wooster, R., & Shirrell, S. (2014). Regional trade agreements and the pattern of trade: A networks approach. *The World Economy*, 37(8), 1128-1151.
  - Samadi, A. H., & Zahedi, S. (2019). Analyzing Stability of Global Natural

- Gas Trade Network: An Application of Complex Network Theory. *Journal of Energy Planning and Policy Research*, 4(4), 7-40 (In Persian).
- Saramäki, J., Kivelä, M., Onnela, J. P., Kaski, K., & Kertesz, J. (2007). Generalizations of the clustering coefficient to weighted complex networks. *Physical Review E*, 75(2), 027105.
- Shirazi, H., Azarbaiejani, K., & Sameti, M. (2015). Study of Iran's Position in the world trade: A network approach. *Journal of Economic Research (Tahghihat-E-Eghtesadi)*, 50(4), 881-902 (In Persian).
- Smith, D. A., & White, D. R. (1992). Structure and dynamics of the global economy: network analysis of international trade 1965–1980. *Social forces*, 70(4), 857-893.
- Song, Z., Che, S., & Yang, Y. (2018). The trade network of the Belt and Road Initiative and its topological relationship to the global trade network. *Journal of Geographical Sciences*, 28(9), 1249-1262.
- Torreggiani, S., Mangioni, G., Puma, M. J., & Fagiolo, G. (2018). Identifying the community structure of the food-trade international multi-network. *Environmental Research Letters*, 13(5), 054026
- Valková, I. (2017). Centrality in the network of regional trade agreements: Effects on the strategies of the arctic claimant states. *International Area Studies Review*, 20(2), 122-143.
- Van Rossem, R. (1996). The world system paradigm as general theory of development: A cross-national test. *American sociological review*, 61, 508-527
- Wang, Y., Song, C., Sigley, G., Chen, X., & Yuan, L. (2020). Using Social Networks to Analyze the Spatiotemporal Patterns of the Rolling Stock Manufacturing Industry for Countries in the Belt and Road Initiative. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(7), 431.
- Ward, M. D., & Hoff, P. D. (2008). Analyzing dependencies in geo-economics and geo-politics. In *War, Peace and Security*. Emerald Group Publishing Limited.
- Wilhite, A. (2001). Bilateral trade and 'small-world' networks. *Computational economics*, 18(1), 49-64.
- Yuan, L., Chen, X., Song, C., Cao, D., & Yi, H. (2021). Spatiotemporal Evolution and Determinant Factors of the Intra-Regional Trade Community Structures of the Indian Ocean Region. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(4), 214.
- Zhong, W., An, H., Gao, X., & Sun, X. (2014). The evolution of communities in the international oil trade network. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 413, 42-52.
- Zhou, M., Wu, G., & Xu, H. (2016). Structure and formation of top networks in international trade, 2001–2010. *Social Networks*, 44, 9-21.



## Dynamic Analysis of Iran's Trade Pattern in the Framework of Regional Agreements: A Network Approach

Elahe Rezaeian\*

Ahmad Salahmanesh (Ph.D)\*\*

Hassan Farazmand (Ph.D)\*\*\*

Masoomeh Kheyrkhahzadeh (Ph.D)\*\*\*\*

Received:  
01/08/2021

Accepted:  
22/12/2021

### Abstract

In present study, Iranian trade network has been analyzed in the world trade network using a complex network approach and the role of trade agreements in ECO, D8 and Organization of Islamic Cooperation. To achieve this purpose, the data of 150 countries during 2010-2019 has been investigated through complex network approach and Louvain Community Detection Algorithm. This lead to recognize trade communities and situation of Iran among some selected business communities using indices of centrality, clustering and density. In order to study the role of regional trade agreements, business communities were compared with the network of trade agreements through the use of Information theory criterion. The results showed that Iran has been in Asia-Africa trade community during the years. The findings related to density and clustering index demonstrated the improvement in multilateral trade relations between the countries. However, the centrality indices indicated the decline in Iran's position in 2019 compared to 2010 in the mentioned trade community. The criterion of Information Theory revealed that trade agreements have not played important role in countries' decisions related to trade so that this role has been decreased within this period in the global trade network. Consequently, the importance of transregional countries in domestic trade is very vital.

**Keywords:** *International Trade, Information Theory, Regional Trade Agreements, Network Theory.*

**JEL Classification:** *F01, F15, F19.*

---

\* Ph.D. Candidate in Economics, Faculty of Economics and Social Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, Email: [elahe-rezaiyan@stu.scu.ac.ir](mailto:elahe-rezaiyan@stu.scu.ac.ir)

\*\* Assistant Professor of Economics, Faculty of Economics and Social Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, (Corresponding Author),

Email: [salahmanesh@scu.ac.ir](mailto:salahmanesh@scu.ac.ir)

\*\*\* Professor of Economics, Faculty of Economics and Social Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, Email: [Hfrazmand@scu.ac.ir](mailto:Hfrazmand@scu.ac.ir)

\*\*\*\* Assistant Professor of Computer Sciences, Faculty of Mathematics and Computer Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran,

Email: [m.kheirkhahzadeh@scu.ac.ir](mailto:m.kheirkhahzadeh@scu.ac.ir)