



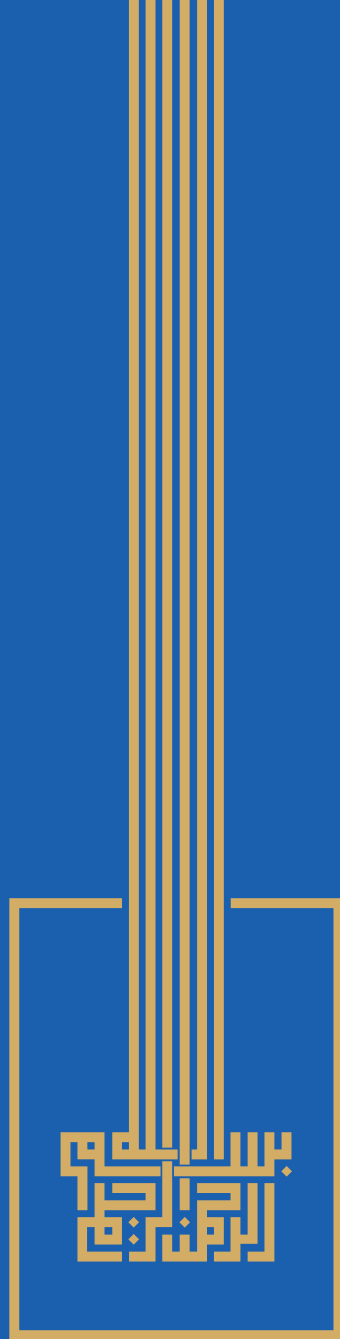
اجتماعیابی شبکه تجارت جهانی

مبتنی بر جداول داده-ستانده

بین کشوری ۲۰۱۶-۲۰۲۰



- C1
- C10
- C2
- C3
- C9
- C4
- C5
- C6
- C7
- C8





مرکز پژوهش های اتاق ایران

اجتماع یابی شبکه تجارت جهانی مبتنی بر جداول داده-ستانده

بین کشوری ۲۰۲۰-۲۰۱۶

مدیریت پژوهش های اقتصادی

مجری: اسفندیار جهانگرد (عضوهئیت علمی دانشکده اقتصاد دانشگاه

علامه طباطبائی)

همکار: علیرضا جهانگرد

اظهار نظر کننده: فاطمه بزازان

تاریخ انتشار: شهریور ماه ۱۴۰۴

واژگان کلیدی: جدول داده ستانده، اجتماع یابی، شبکه، ایران

نشانی: تهران، خیابان طالقانی، نبش خیابان شهید موسوی (فرصت)، پلاک ۱۷۵

مرکز پژوهش ها در شبکه های اجتماعی:

rc.iccima.ir@ :Instagram

rc_iccima@ :Telegram

rc_iccima@ :Twitter



اجتماعیابی شبکه تجارت جهانی مبتنی بر جداول داده-ستانده بین کشوری ۲۰۱۶-۲۰۲۰



مرکز پژوهش های اتاق ایران

«ویرایش دوم» شهریور ماه ۱۴۰۴



فهرست مطالب

۱۳	چارچوب نظری و مدل پژوهش
۱۴	۱- مقدمه
۱۶	۲- چارچوب نظری
۱۸	۳- عناصر اجتماع یابی
۱۸	۳-۱- پیچیدگی محاسباتی
۱۹	۳-۲- اجتماعات
۲۰	۳-۲-۱- تعاریف محلی
۲۱	۳-۲-۲- تعاریف جهانی
۲۱	۳-۲-۳- تعاریف مبتنی بر شباهت گرهما
۲۲	۳-۲-۴- تقسیم بندی یا بخش بندی
۲۴	۳-۲-۵- توابع کیفیت: ماژولاریتی
۲۵	۴- ارزیابی الگوریتم‌های مختلف اجتماعیابی
۲۶	۵- اجتماع یابی در جوامع همپوشان و غیر همپوشان
۲۸	۶- کاربردها و پیشینه در قالب سیستم داده-ستانده
۳۰	۶-۱- کاربرد اجتماع یابی در شبکه‌ها و پایگاه داده‌های واقعی
۳۳	۶-۲- اجتماع یابی در تحلیل شبکه تجارت و زنجیره ارزش جهانی
۳۷	۷- فرایند به کارگیری الگوریتم اجتماع یابی مبتنی بر جدول داده-ستانده بین کشوری
۴۱	۸- جمع بندی
۴۳	فصل ۲
۴۳	پایه های آماری پژوهش
۴۴	۱- مقدمه
۴۵	۲- معرفی جدول داده-ستانده بین کشوری
۴۸	۲-۱- گردآوری آمار و تدوین قیدهای هماهنگ SNA
۵۰	۳- جدول داده ستانده بین کشوری سال ۲۰۱۶ با اضافه کردن ایران
۵۲	۳-۱- مشخصات و ویژگی‌های جدول داده-ستانده بین کشوری ۲۰۱۶
۵۸	۳-۱-۱- برخی آمارهای اولیه ایران در جدول داده- ستانده بین کشوری
۶۹	۳-۲- ویژگی های جدول سال ۲۰۲۰

۷۷	۴- جمع بندی
۷۹	فصل
۷۹	تجزیه و تحلیل یافته‌ها و پیشنهادات
۸۰	۱- مقدمه
۸۰	۲- تحلیل شبکه تجارت جهانی با استفاده از روش اجتماعیابی
۸۰	۲-۱- نحوه به کارگیری داده‌ها در الگوریتم اجتماعیابی مبتنی بر زنجیره مارکوف تجمیعی
۸۰	۱-۱-۲- ادغام فعالیت‌های جدول داده-ستانده بین‌کشوری
۸۲	۲-۲- اجزای ورودی اجتماعیابی و ساخت شبکه تجارت جهانی
۸۴	۳- اجتماعیابی شبکه تجارت جهانی مبتنی داده-ستانده بین‌کشوری
۸۴	۳-۱- اجتماع یابی بر مبنای داده‌های سال ۲۰۱۶
۱۰۲	۳-۲- کاربرد اجتماعیابی در نمایش جریان‌های تجاری و اتحادیه‌های اقتصادی
۱۰۵	۴- واقعیت‌های آشکار شده تجارت جهانی بعد از سال ۲۰۱۶
۱۰۷	۴-۱- ضد جهانی شدن؟
۱۰۹	۴-۲- ژئوپولیتیک و انرژی
۱۱۰	۴-۳- ژئوپولیتیک و تجارت مواد خام حیاتی
۱۱۳	۴-۴- ژئوپولیتیک و فناوری: جنگ نیمه‌رساناها
۱۱۴	۴-۵- ژئوپولیتیک و تجارت کشاورزی و غذایی
۱۱۵	۴-۶- ژئوپولیتیک و تجارت تجهیزات دفاعی
۱۱۶	۴-۷- جنگ تجاری ترامپ و تأثیر مالی آن
۱۲۰	۴-۸- اجتماع یابی بر مبنای جدول داده-ستانده بین‌کشوری سال ۲۰۲۰
۱۳۷	۴-۹- قیاس اجتماع یابی سال ۲۰۲۰ و ۲۰۱۶
۱۳۹	۵- راهکارها و پیشنهادات
۱۴۰	۵-۱- راهکارهای سیاستی برای ایران
۱۴۳	۶- پیوست
۱۴۳	پیوست ۱: مدل نظری اجتماعیابی
۱۴۳	۱- الگوریتم‌های اجتماعیابی
۱۴۶	۲- مدل پژوهش
۱۴۶	۲-۱- سیستم‌های داده-ستانده باز به‌عنوان زنجیره‌های مارکوف جذب‌شونده
۱۵۰	۲-۲- سیستم‌های داده-ستانده بسته به‌عنوان زنجیره‌های مارکوف متعارف

- ۱۵۲ ۲-۳- اجتماع یابی بر اساس زنجیره‌های مارکوف تجمیع شده
- ۱۵۵ ۲-۳-۱- آزمون جوامع
- ۱۵۶ ۲-۳-۲- یافتن جوامع
- ۱۶۱ پیوست ۲: نحوه ادغام فعالیت های اقتصادی سال ۲۰۱۶
- ۱۶۳ پیوست ۳: فهرست نهادها و کشورهای عضو
- ۱۶۴ پیوست ۴: نحوه ادغام فعالیت های اقتصادی سال ۲۰۲۰
- ۱۶۶ منابع

فهرست جداول

۱۴۳	جدول (۱): چشم‌انداز اجتماع یابی - مروری بر الگوریتم‌های اجتماع یابی
۱۴۵	جدول (۲): تحلیل تکنیک‌های اجتماع یابی: نقاط قوت در برابر نقاط ضعف
۳۲	جدول (۳): شکل هندسی و پارامترهای شبکه‌ای سه پایگاه داده کلاسیک
۴۷	جدول (۴): شماتیک جدول ICIO
۵۰	جدول (۵): خلاصه ویژگی‌ها و مزایا
۵۳	جدول (۶): کشورهای جدول داده - ستانده بین کشوری سال ۲۰۱۶
۵۵	جدول (۷): فعالیت (بخش)‌های جدول داده - ستانده بین کشوری سال ۲۰۱۶ با لحاظ ایران
۵۹	جدول (۸): تجارت کالایی سال ۲۰۱۶ جهان در یک نگاه
۶۱	جدول (۹): تجارت کالایی سال ۲۰۱۶ ایران در یک نگاه
۶۲	جدول (۱۰): ستانده و ارزش افزوده اقتصاد جهان و ایران به تفکیک فعالیت در سال ۲۰۱۶
۶۵	جدول (۱۱): ستانده و صادرات اقتصاد ایران به تفکیک فعالیت در سال ۲۰۱۶ / میلیون دلار - درصد
۷۰	جدول (۱۲): فعالیت (بخش)‌های جدول داده - ستانده بین کشوری سال ۲۰۲۰
۷۱	جدول (۱۳): کشورهای جدول داده - ستانده بین کشوری سال ۲۰۲۰
۷۴	جدول (۱۴): جداول داده - ستانده بین کشوری (ICIO)، براساس گزارش نسخه سال ۲۰۲۳،
۷۵	جدول (۱۵): تجارت کالایی سال ۲۰۲۰ جهان در یک نگاه
۷۶	جدول (۱۶): ارزش افزوده و ستانده فعالیت‌های اقتصادی سال ۲۰۲۰ جهان
۸۵	جدول (۱۷): ماتریس ۱۰×۱۰ زنجیره مارکوف تجمیعی ۲۰۱۶
۸۵	جدول (۱۸): جدول اجتماع‌یابی شبکه تجارت جهانی سال ۲۰۱۶
۸۶	جدول (۱۹): تحلیل نتایج اجتماع یابی سال ۲۰۱۶
۸۷	جدول (۲۰): تحلیل پایداری اجتماع‌ها در سال ۲۰۱۶
۸۹	جدول (۲۱): ترکیب کشورها و بخش‌های اقتصادی در سال ۲۰۱۶ در اجتماع‌ها
۹۵	جدول (۲۲): ویژگی‌های اجتماع ۱۰ در سال ۲۰۱۶
۱۰۰	جدول (۲۳): تحلیل ساختاری و اقتصادی اجتماع یابی سال ۲۰۱۶
۱۰۳	جدول (۲۴): اجتماع‌یابی در نمایش جریان‌های تجاری و اتحادیه‌های اقتصادی سال ۲۰۱۶
۱۰۵	جدول (۲۵): دسته‌بندی اجتماع‌یابی ۱۰ گانه در قالب گروه‌های ژئوپولیتیکی و اقتصادی
۱۱۷	جدول (۲۶): برخی تعرفه‌های متقابل اعمال شده توسط ایالات متحده
۱۲۳	جدول (۲۷): ماتریس ۱۶*۱۶ زنجیره مارکوف تجمیعی ۲۰۲۰

- ۱۲۴ جدول (۲۸) : جدول اجتماعیابی شبکه تجارت جهانی سال ۲۰۲۰
- ۱۲۵ جدول: (۲۹) دسته بندی اجتماع های (کشور-بخش) سال ۲۰۲۰
- ۱۲۹ جدول (۳۰) : فعالیت های اقتصادی اجتماع ۱۶ در سال ۲۰۲۰
- ۱۳۶ جدول (۳۱) : دسته بندی اجتماع های سال ۲۰۲۰ در سازمان های اقتصادی
- ۱۳۷ جدول (۳۲) : اجتماع یابی سال ۲۰۲۰ در قالب نهاد های بین المللی و مشارکت بخشی

فهرست شکل‌ها

- شکل (۱): نمونه‌ای شماتیک از یک گراف سلسله‌مراتبی. ۲۳
- شکل (۲): یک دندروگرام (درخت سلسله‌مراتبی).. ۲۴
- شکل (۳): گره‌هایی که با رنگ یکسان محصور شده‌اند، متعلق به یک جامعه هستند. ۲۷
- شکل (۴): نمونه‌ای از یک شبکه با جوامع همپوشان؛ گره ۳ عضو هر دو جامعه است. ۲۷
- شکل (۵): بزرگ‌ترین مؤلفه‌ی هم‌بند شبکه‌ای از همکاری‌های علمی در مؤسسه‌ی سانتافه ۳۳
- شکل (۶): تصویرسازی شبکه‌ای از تجارت ۳۵
- شکل (۷): سیستم بسته‌ی داده‌ستانده بدون‌خانوار (پنل‌های (الف و ب)) و با یک خانوار برای هر کشور ۱۵۰
- شکل (۸): خلاصه‌ای از روند اجتماع یابی. برای شبکه‌ی ساده‌ی ۱۲-گره‌ی. ۱۵۹
- شکل (۹): فرایند کلی تدوین جداول داده-ستانده بین‌کشوری (ICIO) ۴۸
- شکل (۱۰): سهم ارزش افزوده فعالیت‌های اقتصادی جهان و ایران/ درصد ۶۴
- شکل (۱۱): سهم ستانده فعالیت‌های اقتصادی جهان و ایران/ درصد ۶۵
- شکل (۱۲): شبکه اقتصاد جهان در سال ۲۰۱۶ ۶۸
- شکل (۱۳): شبکه اقتصاد ایران در سال ۲۰۱۶ ۶۹
- شکل (۱۴): ارزش افزوده فعالیت‌های اقتصادی جهان (واحد میلیون دلار) ۷۷
- شکل (۱۵): شبکه تجارت جهانی مبتنی بر ICIO ۲۰۱۶ ۸۴
- شکل (۱۶): موداردندروگرام اجتماع‌یابی سال ۲۰۱۶ ۸۸
- شکل (۱۷): نقشه اجتماع‌یابی ۶۸ کشور حاضر در داده-ستانده بین‌کشوری ۲۰۱۶ ۹۳
- شکل (۱۸): تجارت کالا و خدمات ۱۰۸
- شکل (۱۹): مواد خام حیاتی و مواد خام استراتژیک ۱۱۱
- شکل (۲۰): نموداردندروگرام اجتماع‌یابی سال ۲۰۲۰ ۱۲۵
- شکل (۲۱): نقشه اجتماع‌یابی ۷۷ کشور حاضر در داده-ستانده بین‌کشوری ۲۰۲۰ ۱۲۷

خلاصه مدیریتی

در سیاست گذاری استفاده از شبکه‌های پیچیده، به‌ویژه شبکه‌ی تجارت جهانی، از اهمیت فزاینده‌ای برخوردار است. شبکه‌ها، اشیاء واقعی (گره‌ها) را به تعاملات میان آن‌ها (یال‌ها) مدل‌سازی می‌کنند. "اجتماع‌یابی" (Community Detection) یکی از کاربردهای بنیادی تحلیل شبکه است که به شناسایی گروه‌ها یا خوشه‌هایی از گره‌ها با ارتباطات درونی قوی و ارتباطات بیرونی ضعیف می‌پردازد. این فرایند در فهم پدیده‌های پیچیده در حوزه‌های گوناگون از جمله اقتصاد حیاتی است، زیرا "ویژگی‌های ساختاری پیوندهای سطح بالاتر میان عاملان اقتصادی" را برجسته می‌کند و به درک "اثرات سرایت اقتصادی" کمک می‌کند. این مطالعه، بر اجتماع‌یابی در شبکه‌ی داده-ستانده بین‌کشوری تمرکز دارد و از رویکرد زنجیره‌ی مارکوف تصادفی بهره می‌گیرد. اطلاعات اولیه از جداول داده-ستانده بین‌کشوری برای سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰ است. جدول سال ۲۰۱۶، قبلاً در مرکز پژوهش‌های اتاق ایران تعدیل شده و ایران به آن اضافه شده است. هر گره در این شبکه، یک فعالیت منفرد در هر کشور است و یال‌ها روابط داده-ستانده (ارزش کالاهای واسطه) را نشان می‌دهند.

اجتماع مفهومی است که تعریف دقیق و جهان‌شمولی برای آن وجود ندارد و معمولاً به سیستم مورد بررسی بستگی دارد، اما ایده محوری آن بر وجود ارتباطات داخلی قوی‌تر نسبت به ارتباطات خارجی استوار است. تعاریف اجتماع را می‌توان به چند دسته تقسیم کرد: تعاریف محلی که بر زیرگراف‌های کوچک و خودمختار تمرکز دارند، تعاریف جهانی که با در نظر گرفتن کل گراف ساختارهای بزرگ‌تر را شناسایی می‌کنند (مانند ماژولاریتی)، و تعاریف مبتنی بر شباهت گره که در آن گره‌ها بر اساس معیارهای شباهت نظیر مسیرهای مستقل یا زمان رفت و برگشت پیمایش تصادفی خوشه‌بندی می‌شوند. با توجه به حجم عظیم داده‌ها در شبکه‌های واقعی، کارایی الگوریتم‌های اجتماع‌یابی اهمیت زیادی دارد و هدف این است که الگوریتم‌ها دارای کمترین مرتبه پیچیدگی ممکن باشند تا نیاز به منابع محاسباتی کاهش یابد. جوامع نیز می‌توانند هم‌پوشان یا غیرهم‌پوشان باشند؛ در جوامع غیرهم‌پوشان هر گره تنها به یک اجتماع تعلق دارد، در حالی که در جوامع هم‌پوشان یک گره می‌تواند همزمان عضو چندین اجتماع باشد. الگوریتم‌های مختلفی برای شناسایی جوامع توسعه یافته‌اند که هر یک با توجه به ماهیت شبکه و نوع جامعه (هم‌پوشان یا غیرهم‌پوشان) انتخاب می‌شوند.

این مطالعه از روشی مبتنی بر زنجیره مارکوف تجمیعی برای اجتماع‌یابی استفاده می‌کند که سازگار با مدل داده-ستانده و مسیرهای تصادفی است. این روش امکان انتخاب سطح دلخواهی از انسجام درونی و ارائه معیاری از کیفیت برای هر اجتماع را فراهم می‌کند. در این چارچوب، سیستم داده-ستانده به عنوان یک زنجیره مارکوف جذب‌شونده مدل‌سازی می‌شود، به گونه‌ای که مراحل تولید داخلی به عنوان حالات گذرا و ارزش افزوده یا تقاضای نهایی به عنوان حالات جذب‌شونده در نظر گرفته می‌شوند. ماتریس ضرایب فنی در این مدل به عنوان ماتریس گذار پیمایشگر یا «عامل خرید» عمل می‌کند. یکی از شاخص‌های کلیدی این روش احتمال پایداری اجتماع‌ها است که بیانگر احتمال باقی ماندن پیمایشگر تصادفی در همان جامعه برای چند گام متوالی بوده و به

عنوان معیاری برای سنجش معناداری یک اجتماع استفاده می‌شود. هرچه مقدار این احتمال بالاتر باشد، روابط درونی اعضای اجتماع نسبت به ارتباطات آن‌ها با سایر اجتماعات قوی‌تر خواهد بود. برای شناسایی جوامع، با تعیین سطح مطلوب کیفیت می‌توان افرازهای معناداری از شبکه را به دست آورد. در این مطالعه، تحلیل خوشه همراه با معیار شباهت مبتنی بر پیمایش تصادفی برای یافتن جوامع به کار گرفته شده است.

از منظر پایه‌های آمار و اطلاعات، این پژوهش بر پایه دو جدول داده-ستانده بین‌کشوری متعلق به سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰ استوار است که توسط سازمان همکاری و توسعه اقتصادی تهیه شده‌اند و تصویری متوازن از جریان‌های پولی واسطه و نهایی بین کشورها و فعالیت‌های صنعتی ارائه می‌دهند. جدول اولیه سال ۲۰۱۶ شامل ۶۶ کشور و ۴۵ فعالیت اقتصادی مبتنی بر نسخه سال ۲۰۲۱ است که در این پژوهش از نسخه تعدیل شده آن استفاده شده است. در نسخه تعدیل شده آن، با افزودن جدول داده-ستانده سال ۱۳۹۵ بانک مرکزی، ایران نیز به آن اضافه شده و اقتصاد ایران با ۶۷ کشور و ۴۲ فعالیت وارد جدول شده است. البته در این پژوهش بدلیل تمرکز بر فعالیت‌های اقتصادی ایران د اجتماع یابی از جدول تجمع شده به ۱۹ فعالیت بهره برده شده است. جدول سال ۲۰۲۰ نسخه به‌روزشده‌ای است که ۷۶ کشور و ۴۵ فعالیت اقتصادی را شامل می‌شود (که در این پژوهش به ۳۷ بخش تجمع شد) و هدف از آن درک عمیق‌تر زنجیره‌های ارزش جهانی و بررسی اثرات تنش‌های ژئوپلیتیکی و پاندمی کرونا بر این زنجیره‌ها و اجتماع یابی کشورها در این سال بوده است. جداول داده-ستانده بین‌کشوری از نظر هماهنگی با حساب‌های ملی، قابلیت تحلیل مبتنی بر تولید و مصرف، انعطاف‌پذیری روش‌شناختی و پوشش بخش عمده‌ای از تولید ناخالص داخلی جهانی، اهمیت بالایی دارند. با وجود پیوستن ایران به نهادهای بین‌المللی، تاکنون تلاش سازمان‌یافته‌ای برای پیوند جداول داده-ستانده ملی ایران با جداول بین‌کشوری سازمان همکاری و توسعه اقتصادی انجام نشده است. در جدول ۲۰۲۰ ایران همچنان در گروه "سایر کشورهای جهان" قرار دارد.

بررسی نتایج اجتماع یابی در سال ۲۰۱۶ با استفاده از الگوریتم مبتنی بر زنجیره‌ی مارکوف تجمیعی نشان می‌دهد که ساختار تجارت جهانی در آن مقطع، شامل ۱۰ اجتماع متمایز بوده است. از میان این اجتماعات، برخی ویژگی‌های خاص داشتند:

- **اجتماع ۵** شامل استرالیا و نیوزیلند، نمونه‌ای از یک اجتماع کوچک اما منسجم بود که تمرکز آن بر بخش‌های انرژی و زیرساخت (برق، گاز، آب) قرار داشت. این انسجام ناشی از جغرافیای ایزوله و ساختار داخلی مبتنی بر تأمین داخلی انرژی است.
- **اجتماع ۶** با ۱۷ کشور (از جمله چین به عنوان بازیگر محوری، ژاپن، کره جنوبی، استرالیا، اسرائیل و سوئیس) نماینده‌ی یک زنجیره ارزش جهانی یکپارچه در حوزه‌هایی چون صنایع غذایی، نساجی، شیمیایی، فلزات، حمل‌ونقل و خدمات مالی بود.

• **اجتماع ۱۰ با ۴۶ کشور** (عمدتاً از OECD، اتحادیه اروپا، آمریکا و برخی کشورهای آسیایی) به عنوان نماد اقتصاد

دانش بنیان جهانی، تمرکز بر آموزش، بهداشت، انرژی و خدمات مالی داشت.

• در کنار این‌ها، جوامع تک‌کشوری مانند میانمار، آفریقای جنوبی، ایسلند، ایران و مالت نیز وجود داشتند که اغلب به

دلیل وابستگی به یک یا دو بخش خاص و یا عوامل ژئوپلیتیکی، پیوند محدودی با شبکه جهانی داشتند. به طور مشخص،

ایران با تمرکز بر مالی و بیمه با گشایش‌های نسبی ناشی از برجام و مهلت یک ساله FATF در این سال، پایداری بالا

اما انسجام پایین را تجربه کرده که ناشی از تحریم‌ها و انزوای ژئوپلیتیکی بوده است.

پس از سال ۲۰۱۶، تحولات ژئوپلیتیکی و اقتصادی جهان تحت تأثیر مجموعه‌ای از شوک‌ها شکل گرفت؛ از جمله جنگ تجاری

آمریکا و چین، همه‌گیری کووید-۱۹، تهاجم روسیه به اوکراین و تغییر رویکرد ایالات متحده در دوره دوم ریاست جمهوری

ترامپ. این رویدادها نشان دادند که زنجیره‌های ارزش جهانی بیش از پیش در برابر اختلالات آسیب‌پذیرند. در عین حال، روند

جهانی‌زدایی کامل رخ نداده و تجارت خدمات همچنان در مسیر رشد است، هرچند جایگزینی کامل زنجیره‌های تأمین بعید به نظر

می‌رسد.

از دیگر پیامدهای این تحولات می‌توان به افزایش قیمت انرژی و تسریع گذار انرژی در اروپا، برجسته شدن اهمیت مواد خام

حیاتی (به ویژه عناصر خاکی کمیاب تحت سلطه چین)، تشدید جنگ فناوری در حوزه نیمه‌رساناها، افزایش دغدغه‌های امنیت

غذایی و بروز چالش‌های اعتماد در حوزه تأمین تجهیزات دفاعی اشاره کرد. همچنین رویکردهای نوین کانتیلیستی و استفاده از

از تعرفه‌ها، خطرات تازه‌ای را برای ثبات اقتصاد جهانی و اجتماع‌های جهانی به همراه آورده است.

تحلیل اجتماع‌یابی در سال ۲۰۲۰ نشان داد که علیرغم تأثیر اجتماع‌ها از برخی از این شوک‌های گسترده، شبکه تجاری جهان بازسازی و

بازتنظیم شده و ۱۶ اجتماع متمایز شناسایی شد. اجتماع ۱۶ با ۵۸ کشور از جمله اعضای EU، G۲۰، NAFTA، چین و هند، به عنوان

هسته‌ی شبکه تجاری جهانی شناخته می‌شود که بیشترین تنوع بخشی صنعتی و خدماتی را دارد. در کنار آن، اجتماعات تخصصی مانند اجتماع

۱۴ (روسیه، اوکراین، بریتانیا، یونان) با تمرکز بر استخراج، فلزات و انرژی و اجتماع ۱۵ (کشورهای شمال اروپا و بالتیک) با تمرکز بر

حمل و نقل و انبارداری، اهمیت زیرساخت‌های لجستیکی و بخش‌های استراتژیک را برجسته می‌کنند.

با این حال، بخش قابل توجهی از کشورهای در حال توسعه همچنان در اجتماعات کوچک یا تک‌کشوری باقی مانده‌اند که

نشان‌دهنده انزوای ساختاری یا وابستگی محدود به بخش‌های خاص در زنجیره ارزش جهانی است. این یافته‌ها بر ضرورت

راهبردهای تنوع بخشی، پیوند بیشتر با شبکه‌های جهانی و کاهش آسیب‌پذیری در برابر شوک‌های ژئوپلیتیکی تأکید دارند.

بررسی نتایج اجتماع‌یابی شبکه تجارت جهانی در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰ نشان‌دهنده تحول اساسی در منطق شکل‌گیری اجتماعات

و جایگاه کشورها در زنجیره ارزش جهانی است. در سال ۲۰۱۶، سازماندهی اجتماعات عمدتاً بر مبنای ترتیبات جغرافیایی و سیاسی

شکل گرفته بود. گروه‌هایی مانند BRICS یا ASEAN نمونه‌ای از این رویکرد بودند که اشتراکات منطقه‌ای و همسویی‌های سیاسی

در آن نقش اصلی داشتند. اما در سال ۲۰۲۰، با ظهور اجتماع غالب C۱۶، ساختار شبکه به سمت منطق صنعتی و بخشی حرکت

کرد. در این چارچوب، عضویت کشورها بیشتر بر اساس پیوندهای واقعی در زنجیره جهانی تولید و تجارت، نه صرفاً وابستگی جغرافیایی یا سیاسی تعیین می‌شود.

تحولات ۲۰۲۰ نشان‌دهنده افزایش تمرکز و قطبی شدن تولید جهانی است؛ بخش عمده زنجیره ارزش در یک هسته متمرکز (C۱۶) متمرکز شده که در آن، کشورهای توسعه‌یافته و نوظهور با پیوندهای عمیق صنعتی به یکدیگر متصل‌اند. در این میان، برخی کشورها در اجتماعات کوچک یا تک‌عضوی باقی مانده‌اند که حاکی از انزوای ساختاری و فاصله گرفتن از شبکه جهانی بوده است.

نکته قابل توجه در سال ۲۰۲۰، جایگزینی نقش فعالیت اقتصادی و صنعتی به جای عضویت سیاسی در اجتماعات مرکزی است. به بیان دیگر، حتی کشورهایی که در تضاد ژئوپلیتیکی با یکدیگر قرار دارند، در صورت مشارکت فعال در زنجیره تولید جهانی، در اجتماعات مرکزی قرار گرفته‌اند. این تغییر منطق، اهمیت تاب‌آوری و تنوع شرکا را برجسته می‌کند، زیرا شوک‌های ژئوپلیتیکی اخیر ثابت کرده‌اند که حضور پایدار در زنجیره ارزش جهانی نیازمند انعطاف‌پذیری و چندجانبه‌گرایی واقعی است.

با توجه به امکان شناسایی موقعیت ایران در شبکه تجارت جهانی (انزوای ساختاری و وابستگی محدود به بخش مالی در ۲۰۱۶ و عدم امکان شناسایی آن در سال ۲۰۲۰) و در نظر گرفتن تحولات ژئوپلیتیکی اخیر، اقدامات زیر توصیه می‌شود:

- **بازطراحی دیپلماسی اقتصادی بر مبنای پیوند صنعتی نه صرفاً منطقه‌ای:** شکل‌دهی اتحادهای صنعتی با کشورهای کلیدی همچون چین، هند و ترکیه و ورود به پروژه‌های مشترک در صنایع حیاتی نظیر پتروشیمی، فلزات واسطه، انرژی و تجهیزات حمل‌ونقل.
- **ارتقای ریسک‌پذیری و اعتبار اقتصادی بین‌المللی:** اجرای اصلاحات حقوقی و بهبود رتبه اعتباری ایران در سطح جهانی همراه با تقویت ثبات سیاسی و اقتصادی داخلی.
- **پیوستن به اجتماعات صنعتی از طریق تولید قراردادی و ارزش افزوده واسطه‌ای:** مشارکت در زنجیره تولید کشورهای C۱۶ و تمرکز بر تولید قراردادی برای بازارهای شرق آسیا و اروپا به جای صادرات مواد خام.
- **تنوع‌بخشی افقی و عمودی زنجیره تأمین:** ایجاد زنجیره تأمین چندمبدأ و چندسطحی و گسترش بازارهای صادراتی با رویکرد کاهش وابستگی به یک یا دو شریک اصلی.
- **سرمایه‌گذاری در صنایع استراتژیک و صادرات فناوریانه:** بهره‌گیری از مزیت انرژی ارزان و ذخایر مواد خام برای توسعه صنایع پتروشیمی، فلزات، الکترونیک و تجهیزات حمل‌ونقل با رویکرد صادرات فناوریانه.
- **طراحی اطلس شبکه تولید ایران و نقشه جایگاه جهانی:** شناسایی پتانسیل پیوند ایران در صنایع و کشورها و اولویت‌بندی مسیرهای الحاق به زنجیره ارزش جهانی.
- **گسترش صادرات خدمات فنی و مهندسی:** توسعه بازارهای خدمات تخصصی، آموزش صنعتی و مشاوره مهندسی در کشورهای منطقه و آسیای مرکزی.

- **بازآرایی یک نهاد هماهنگ‌کننده زنجیره ارزش جهانی ایران:** تشکیل یک نهاد فرابخشی برای شناسایی فرصت‌ها و تسهیل حکمرانی اقتصادی-تجاری در زنجیره جهانی.
 - **تقویت زیرساخت‌های نرم و سخت تجاری:** سرمایه‌گذاری در لجستیک، حمل‌ونقل، گمرک دیجیتال، و اتصال به سیستم‌های مالی و بیمه بین‌المللی.
 - **توسعه همکاری‌های جنوب-جنوب:** الگوبرداری از کشورهای موفق در حال توسعه (مانند مالزی، هند، اندونزی و ترکیه) و فعال‌سازی زنجیره‌های ارزشی منطقه‌ای.
- این تحلیل نشان می‌دهد که برای ارتقای جایگاه ایران در شبکه جهانی، تمرکز بر شبکه‌سازی صنعتی و فناوریانه پویا ضروری است؛ رویکردی که فراتر از پیمان‌های رسمی عمل کرده و بر پیوندهای واقعی و پایدار اقتصادی تکیه دارد.

فصل ۱

چارچوب نظری و مدل پژوهش

۱- مقدمه

پژوهش در زمینه شبکه‌های پیچیده یکی از حوزه‌های مهم علمی است که در آن، اشیاء واقعی به صورت گره‌هایی^۱ در یک گراف مدل‌سازی می‌شوند و تعاملات میان آن‌ها به عنوان یال‌ها^۲ در نظر گرفته می‌شود. در سال‌های اخیر، این حوزه توجه فزاینده‌ای را در رشته‌های گوناگون از جمله علوم اجتماعی، زیست‌شناسی، علوم کامپیوتر و دیگر زمینه‌ها به خود جلب کرده است. شبکه‌های پیچیده چارچوبی قدرتمند برای تحلیل و درک الگوهای پیچیده اتصال در مجموعه گسترده‌ای از سامانه‌ها فراهم می‌کنند؛ که از شبکه‌های اجتماعی و زیستی گرفته تا سامانه‌های حمل‌ونقل و اینترنت بوده است. یکی از ویژگی‌های بنیادی شبکه‌های دنیای واقعی، تمایل طبیعی موجودیت‌ها به شکل‌گیری در قالب گروه‌ها یا خوشه‌هاست که به پیدایش اجتماعات در این شبکه‌ها منجر می‌شود. بسیاری از وظایف تحلیلی-مانند پیش‌بینی پیوند، انتشار اطلاعات، و بهینه‌سازی نفوذ-وابسته به ساختار زیرین اجتماعات در شبکه‌اند. به ویژه، تعاملات درون اجتماعی معمولاً از تعاملات میان اجتماعی پررنگ‌تر هستند. از این رو، اجتماع یابی^۳ گامی حیاتی در تحلیل شبکه‌ها محسوب می‌شود. این فرایند شامل شناسایی گروه‌هایی از گره‌هاست که در درون خود اتصال بیشتری نسبت به بیرون دارند.

بحران مالی جهانی ۲۰۰۷-۲۰۰۸ به وضوح نشان داد که اقتصاد به طور پیچیده‌ای میان کشورها و بخش‌ها به هم متصل است. در مباحثات عمومی، مفهوم «بیش از حد بزرگ برای ورشکستگی»^۴ به فوریت با مفاهیم شبکه‌ای نظیر «بیش از حد مرکزی برای ورشکستگی»^۵ یا «بیش از حد متصل برای ورشکستگی»^۶ تکمیل شد. همچنین پیشنهاد شد که تنظیم‌گری نهادهای مالی باید بر پایه جایگاه آن‌ها در سیستم مالی، نه فقط اندازه‌شان در شبکه باشد. افزون‌براین، در نظام تولیدی گسترده‌تری که بخش‌های مالی و غیرمالی از طریق روابط داده-ستانده به یکدیگر متصل‌اند، دیدگاه شبکه‌ای برای بررسی منشأ نوسانات اقتصاد کلان و شبیه‌سازی اثر شوک‌های محلی بر کل اقتصاد به کار رفته است. کاربرد تحلیل شبکه در اقتصاد بسیار فراتر از مطالعه بحران‌ها است.

در ساده‌ترین شکل، یک شبکه مجموعه‌ای از کنشگران (یا گره‌ها) و روابط میان آن‌ها (یال‌ها) است. نظام‌های اقتصادی که با این تعریف تطابق دارند بسیار فراگیرند. در واقع، تحلیل شبکه، دستاوردهای نوینی را در حوزه‌هایی چون تجارت و زنجیره‌های ارزش جهانی، فناوری و نوآوری و سازمان صنعتی رقم زده است. یکی از روش‌های رایج در این مطالعات، محاسبه شاخص‌های شبکه‌ای در سطح گره مانند مرکزیت‌ها و ارتباط دادن آن‌ها به متغیرهای اقتصادی دیگر است. موضوع محوری دیگر در تحلیل شبکه،

^۱ nodes^۲ edges^۳ Community Detection^۴ too big to fail^۵ too central to fail^۶ too connected to fail

اجتماع یابی است؛ یعنی یافتن تقسیم‌بندی‌هایی از شبکه به خوشه‌هایی با ارتباطات درونی قوی و ارتباطات بیرونی ضعیف. اجتماع-یابی در درک پدیده‌های پیچیده در حوزه‌های مختلف - از اینترنت تا زیست‌بوم‌های زیستی و اقتصاد - بینش‌های ارزشمندی فراهم کرده است. در اقتصاد، این روش اهمیت خاصی دارد، زیرا ویژگی‌های ساختاری پیوندهای سطح بالاتر میان عاملان اقتصادی (کشورها، بخش‌ها، شرکت‌ها و مصرف‌کنندگان) را برجسته می‌کند، که برای درک الگوی روابط اقتصادی و سرایت اثرات اقتصادی حیاتی هستند. به عنوان نمونه، تحلیل اجتماع، برای درک الگوی همگرایی اقتصادی بین‌المللی، شناسایی ارتباطات شرکتی یا مطالعه همبستگی میان سهام‌ها به کار رفته است.

با این وصف، این مطالعه تمرکزش بر اجتماع یابی بر مبنای شبکه داده-ستانده بین کشوری است و از رویکرد زنجیره مارکوف تصادفی بهره می‌گیرد. اطلاعات اولیه از پایگاه داده داده-ستانده بین کشوری و اطلاعات موجود در مرکز پژوهش‌های اتاق ایران اخذ شده است؛ یعنی از جدول‌های داده-ستانده چندمنطقه‌ای بین کشوری که شامل ۴۵ بخش برای هر یک از ۷۷ کشور در سال ۲۰۲۰ و ۴۲ بخش در سال ۲۰۱۶ با اضافه شدن ایران است. از جدول سال ۲۰۱۶ برای مشخص شدن نقش ایران در اجتماع‌های بین‌المللی استفاده می‌شود و از جدول ۲۰۲۰ با هدف مشخص کردن نحوه سیاست‌گذاری برای ایران با توجه به حوادث اتفاق افتاده از سال ۲۰۱۶ به بعد در جهان استفاده خواهد شد.

بنابراین، در هر سال، گره‌های جدول داده-ستانده بین کشور، بخش‌های منفرد در هر کشور هستند و یال‌ها (جهت‌دار و وزن‌دار) روابط داده-ستانده میان آن‌ها هستند؛ یعنی ارزش کالاهای واسطه‌ای خرید و فروش شده توسط هر بخش در هر کشور، که نمایانگر پیوندهای ساختارهای تولید هستند. استفاده از جدول‌های داده-ستانده برای درک بهتر الگوهای تجاری و پیوندهای بین کشورها، پیشینه‌ای طولانی در ادبیات اقتصادی، از جمله در مطالعات اولیه لئونتیف دارد. این جدول‌ها به طور گسترده برای ارزیابی تخصص-گرایی کشورها در تجارت و اثر تعادل عمومی سیاست‌های تجاری به کار رفته‌اند، و اخیراً نیز برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید و تجارت کشورها استفاده شده‌اند. با این حال، تا جایی که اطلاع هست، مطالعات اندکی از تکنیک‌های اجتماع‌یابی از جدول‌های داده-ستانده بین کشوری استفاده کرده‌اند.

این فصل با هدف بررسی و تحلیل روش‌های اجتماع‌یابی در شبکه‌های پیچیده، به ویژه در زمینه زنجیره ارزش جهانی و شبکه تجارت بین‌الملل، تنظیم شده است. در ابتدا چارچوب نظری مرتبط با مفاهیم پایه‌ای شبکه، گره، یال و اجتماع تبیین می‌گردد. بخش بعدی به عناصر کلیدی اجتماع‌یابی اختصاص دارد. در این قسمت ابتدا پیچیدگی محاسباتی الگوریتم‌های اجتماع‌یابی مورد بررسی قرار می‌گیرد، سپس انواع تعریف‌های مربوط به اجتماع معرفی می‌شوند. این تعاریف شامل اجتماعات با ماهیت محلی، جهانی، مبتنی بر شباهت گره‌ها، تقسیم‌بندی‌های کلاسیک و همچنین توابع کیفیت مانند ماژولاریتی هستند که در ارزیابی و تشخیص کیفیت تقسیم‌بندی گره‌ها به کار می‌روند. در ادامه، الگوریتم‌های مختلف اجتماع‌یابی ارزیابی شده‌اند و تفاوت‌های میان جوامع هم‌پوشان و غیر هم‌پوشان بررسی شده‌اند. این بحث نشان می‌دهد که در برخی شبکه‌ها، گره‌ها می‌توانند همزمان به چند اجتماع تعلق داشته باشند، موضوعی که در شبکه‌های واقعی بسیار رایج است. بخش بعدی به کاربردها و پیشینه پژوهش در حوزه

اجتماع‌یابی می‌پردازد. این بخش با مرور مطالعات انجام‌شده در زمینه‌های مختلف مانند شبکه‌های اجتماعی، زیستی، علمی، و به‌طور خاص، شبکه‌های تجارت بین‌الملل و زنجیره ارزش جهانی، اهمیت عملیاتی این روش‌ها را نشان می‌دهد. سپس با تمرکز بر جدول داده-ستانده بین‌کشوری، کاربرد اجتماع‌یابی در تحلیل جریان‌های تجاری و شناسایی خوشه‌های اقتصادی توضیح داده شده است. در بخش روش‌شناسی (پیوست ۱)، ساختارهای داده-ستانده باز و بسته به ترتیب به صورت زنجیره‌های مارکوف جذب‌شونده و متعارف مدل‌سازی شده‌اند. سپس روش اجتماع‌یابی بر مبنای زنجیره‌های مارکوف تجمیع شده تشریح می‌گردد. در این مسیر، مفاهیمی مانند فرآیند اجرای الگوریتم اجتماع‌یابی مبتنی بر داده‌های جدول بین‌کشوری، با هدف شناسایی ساختارهای منطقه‌ای و جهانی در شبکه تجارت بین‌الملل، به کار گرفته شده‌اند. در نهایت، جمع‌بندی این فصل آورده شده است.

۲- چارچوب نظری

نیومن و همکارانش^۱ مطالعه در مورد اجتماع‌یابی را این‌گونه بیان و تعریف می‌کنند: با داشتن یک شبکه پیچیده به صورت $G = (V, E)$ ، که در آن V مجموعه‌ای از گره‌ها و E مجموعه‌ای از یال‌ها در زمان t هستند، هدف از اجتماع‌یابی این است که k اجتماع تولید شود؛ $V_1, V_2, \dots, V_k$ به طوری که V_i زیر مجموعه V باشد و یال‌ها درون هر V_i نسبت به یال‌های بین V_i و V_j برای $1 \leq i, j \leq k$ و $i \neq j$ متراکم‌تر باشند. این اصطلاح از توصیف تک تک اعضا و روابط آن‌ها در نظریه گراف نشأت می‌گیرد.^۲ مرتبه^۳ هر کدام از آن‌ها نیز به ترتیب به صورت n و m نشان داده می‌شود. شبکه با نگاشت ریاضی $G(v, e)$ نیز می‌توان به عنوان زیر شبکه تعریف کرد اگر v زیر مجموعه V و e زیر مجموعه E باشد. ماتریس الحاقی یا مجاورت^۴ در نظر گرفته می‌شود. دو گره زمانی مجاور یکدیگرند که یک اتصال بین آن دو برقرار باشد. اگر بین رئوس i و j ، اتصال وجود داشته باشد، آنگاه $A_{ij} = 1$ است. در غیر این صورت، $A_{ij} = 0$. شبکه وزن‌دار نیز با وزن w به یال‌ها پیوند می‌خورد.^۵

طبق مطالعات و شواهد تجربی، شبکه‌های مدرن در ابعاد، نوع و پیچیدگی، به صورت نمایی رشد می‌کنند. به همین خاطر به واسطه نتایج تغییرات حاصل از ابعاد، نوع و پیچیدگی رخ داده در شبکه، نسخه‌های جدید و متفاوتی از شبکه‌ها ایجاد می‌شوند. اجتماع‌ها در شبکه‌ها، گروه‌هایی از گره‌ها هستند. گروه‌هایی که نسبت به سایر گره‌های حاضر در شبکه به نحو ویژه‌ای با یکدیگر در ارتباطند.^۶ اجتماع‌یابی ابزاری کلیدی در استخراج سودمند اطلاعات از شبکه و فهم گروه‌ها مذکور است. اجتماع‌یابی، یکی از

^۱ Newman et al.

^۲ Zhang, Shang, & Jia, ۲۰۲۳

^۳ Order

^۴ Adjacency Matrix

^۵ De Nooy, Mrvar, & Baltagi, ۲۰۱۱

^۶ Yang, Liu, & Liu, ۲۰۱۰

مشهورترین روش‌های گروه‌بندی^۱ گروه‌های حاضر در یک شبکه برپایه ساختار شبکه است. تغییر دیگری که درباره اجتماع‌یابی به کار گرفته می‌شود، شناسایی برهمکنش خوشه‌ها در یک شبکه است.^۲ یک نکته مهم درباره اجتماع‌یابی، شناخت مسیرهای جریان اطلاعاتی است که توسط یال‌های میان گره‌ها دنبال می‌شود. این یافته‌ها شامل محتویات مناسبی پیرامون منع انتشار اطلاعات گره‌ها است. شایان ذکر است تحلیل روابط و برهمکنش گره‌ها در یک شبکه، بینش کم‌نظیری به پژوهشگر می‌دهد. به نوعی که می‌توان گفت این بینش به وسیله تحلیل یک به یک داده‌ها امکان‌پذیر نخواهد بود.^۳ در نهایت می‌توان گفت هدف اصلی اجتماع‌یابی گراف‌ها، شناسایی نمونه‌ها، احتمالات و سازماندهی سلسله‌مراتبی آن‌ها است. این امر نیز تنها برپایه استفاده از اطلاعات دسته‌بندی شده در شکل هندسی گراف بدست می‌آید.

اولین تلاش در راستای تحلیل ساختار اجتماع (یا جامعه) توسط ویس و جاکوبسون^۴ صورت گرفت. پژوهش آن‌ها با سوژه گروه‌های کاری حاضر در یک مجموعه دولتی انجام گرفت. ویس و جاکوبسون با مطالعه بر ماتریس روابط کاری اعضای آژانس که درواقع با مصاحبه‌های خصوصی شناسایی می‌شد، به پژوهش خود ادامه دادند. طی این کار، گروه‌های کاری با حذف اعضایی که با گروه‌های مختلف مردم کار می‌کردند تفکیک شدند. این امر باعث شد میان آن‌ها اتصال‌هایی ایجاد و پلی زده بشود. چنین ایده‌ای بعدها پایه و بنیان انواع مختلفی از الگوریتم‌های اجتماع‌یابی شد.^۵

البته یک چالش اساسی در این زمینه، نبود یک تعریف جامع و مانع از اجتماع و اجتماع‌یابی در سطح مطالعات و پژوهش‌های صورت گرفته است.^۶ گروهی از پژوهشگران معتقدند اجتماع دسته یا زیرگرافی است که در آن همه گره‌ها بایکدیگر در ارتباط‌اند. باتوجه به اینکه در این تعریف درجه و میزان مرکزیت گره‌ها همسان دیده شده است، این تعریف فاقد اعتبار است؛ زیرا یکی از راه‌های بررسی و تحلیل اجتماع‌یابی بهره‌گیری از این دو معیار است.

گروهی دیگر معتقدند اجتماع به معنای مجموعه‌ای از گره‌هایی است که در آن هر گره حداقل با k گره دیگر ($k < n$) در ارتباط است. این تعریف نیز به واسطه طرح شرط سخت‌گیرانه خود آنچنان مورد اقبال واقع نگرفته است.

با وجود اختلاف‌ها در تعیین یک تعریف دقیق و مشخص، نیومن و گیروان^۷ در سال ۲۰۰۴ از یک تعریف در رابطه با اجتماع‌یابی رونمایی کردند. آن‌ها با تمرکز بر شبکه اجتماعی، این شبکه را نوعی از شبکه‌های پیچیده با ساختار اجتماعی و غیرتصادفی در نظر گرفتند. برداشت آن‌ها از این نوع ساختار برپایه روابط مشخص و دارای جهت گره‌ها است. به عقیده نیومن و گیروان، اگر بتوان

^۱ Grouping

^۲ Camacho, Panizo-Lledot, Bello-Organ, Gonzalez-Pardo, & Cambria, ۲۰۲۰

^۳ Saini & Mangat, ۲۰۲۳

^۴ Weiss and Jacobson

^۵ Fortunato s. ۲۰۱۰.

^۶ Fortunato & Hric, ۲۰۱۶.

^۷ Newman and Girvan

گروه‌های شبکه را به اجتماع‌هایی تقسیم کرد که گروه‌های هر اجتماع به نحو عمیق و مستحکمی بایکدیگر در ارتباط باشند، اما بین گروه‌ها اتصالات اندکی وجود داشته باشد گفته می‌شود که شبکه دارای ساختاری اجتماعی و غیر تصادفی است.

۳- عناصر اجتماع یابی

مسئله خوشه‌بندی گراف^۱، که در نگاه اول شهودی به نظر می‌رسد، در واقع تعریف دقیقی ندارد. حتی عناصر اصلی این مسئله، یعنی مفاهیم «اجتماع» و «افراز»، به طور صریح تعریف نشده‌اند و نیازمند درجه‌ای از سلیقه و نظر کارشناس هستند. در حقیقت، برخی ابهامات در این مفاهیم نهفته‌اند و اغلب روش‌های مختلف و به یک اندازه قابل قبول برای رفع این ابهامات وجود دارند. بنابراین، جای تعجب نیست که در ادبیات علمی، دستورالعمل‌های فراوانی برای این مسئله ارائه شده و حتی تلاش‌چندانی برای بنا کردن آن بر تعاریف مشترک صورت نگرفته است. نکته مهم این است که شناسایی خوشه‌های ساختاری تنها زمانی ممکن است که گراف‌ها پراکنده^۲ باشند، یعنی تعداد یال‌ها m هم‌مرتبه با تعداد گره‌ها n در گراف باشد. اگر $m \gg n$ ، توزیع یال‌ها در میان گره‌ها بیش از حد همگن است و مفهومی به نام اجتماع دیگر معنا ندارد. در چنین حالتی، مسئله بیشتر به خوشه‌بندی داده‌ها^۳ شباهت پیدا می‌کند، که به مفاهیم و روش‌هایی از نوعی دیگر نیاز دارد. تفاوت اصلی این است که در گراف‌ها، اجتماعات مستقیماً یا به طور ضمنی با چگالی یال‌ها (درون یک اجتماع در برابر بیرون آن) در ارتباط‌اند، در حالی که در خوشه‌بندی داده‌ها، اجتماعات مجموعه‌ای از نقاط هستند که با توجه به معیار فاصله یا شباهت، که برای هر جفت نقطه تعریف می‌شود، «نزدیک» به هم‌اند^۴.

۳-۱- پیچیدگی محاسباتی

حجم عظیم داده‌های موجود از شبکه‌های واقعی امروزی، مسئله‌ی کارایی الگوریتم‌های خوشه‌بندی را به موضوعی حیاتی تبدیل کرده است. پیچیدگی محاسباتی یک الگوریتم، برآوردی از میزان منابع مورد نیاز برای اجرای آن الگوریتم است. این منابع شامل تعداد مراحل محاسباتی و مقدار حافظه‌ای است که باید هم‌زمان تخصیص یابد تا محاسبه انجام شود. این نیازمندی‌ها معمولاً با توجه به قابلیت مقیاس‌پذیری^۵ نسبت به اندازه‌ی سیستم مورد بررسی بیان می‌شوند.

در مورد گراف‌ها، اندازه‌ی سیستم معمولاً با تعداد گره‌ها (n) و/یا تعداد یال‌ها (m) سنجیده می‌شود. همیشه نمی‌توان پیچیدگی محاسباتی یک الگوریتم را به طور دقیق محاسبه کرد. در واقع، گاهی این کار بسیار دشوار یا حتی غیرممکن است. در چنین مواردی، مهم است که دست کم برآوردی از پیچیدگی بدترین حالت^۶ ارائه شود؛ یعنی منابع محاسباتی لازم برای اجرای الگوریتم در بدترین حالت ممکن برای یک اندازه‌ی خاص از سیستم ارایه شود.

^۱ Graph Clustering

^۲ sparse

^۳ Data Clustering

^۴ Fortunato.Santo.۲۰۱۰.

^۵ scalability

^۶ worst-case

نماد $O(n^{\alpha}m^{\beta})$ نشان می‌دهد که زمان اجرای الگوریتم به صورت توانی از تعداد گره‌ها و یال‌ها رشد می‌کند، به ترتیبی با توان‌های α و β در حالت ایده‌آل، هدف داشتن کمترین مقدار ممکن برای این توان‌هاست، چرا که این به معنای نیاز کمتر به منابع محاسباتی است. نمونه‌هایی از گراف وب^۱ که میلیون‌ها گره و میلیارد‌ها یال دارند، را نمی‌توان با الگوریتم‌هایی بررسی کرد که زمان اجرای آن‌ها سریع‌تر از $O(n)$ یا $O(m)$ رشد کند.

برای برخی مسائل مهم تصمیم‌گیری و بهینه‌سازی، هیچ الگوریتم چندجمله‌ای شناخته‌شده‌ای وجود ندارد. یافتن راه‌حل این مسائل در بدترین حالت ممکن، شاید نیاز به جستجوی جامع داشته باشد، که زمان اجرای آن سریع‌تر از هر تابع چندجمله‌ای مثلاً به صورت نمایی رشد می‌کند.

۲-۳- اجتماعات

نخستین مسئله در خوشه‌بندی گراف، یافتن تعریفی کمی برای "اجتماع" است. هیچ تعریفی به صورت جهانی پذیرفته نشده است. در واقع، تعریف اجتماع اغلب به سیستم خاص مورد بررسی و/یا کاربرد مورد نظر بستگی دارد. با تکیه بر شهود و مثال‌های تجربی موجود، این برداشت مطرح است که باید تعداد یال‌های داخلی یک اجتماع (درون اجتماع) بیشتر از یال‌هایی باشد که گره‌های آن را به بقیه گراف وصل می‌کنند. این اصل راهنمای مرجعی است که در بنیان بسیاری از تعاریف اجتماع‌ها وجود دارد. با این حال، روش‌های مختلف زیادی با این اصل سازگارند. علاوه بر این، در اغلب موارد، اجتماع‌ها به صورت الگوریتمی تعریف می‌شوند؛ یعنی آن‌ها صرفاً محصول نهایی الگوریتم هستند، بدون اینکه از پیش تعریفی دقیق و صریح از آن‌ها ارائه شده باشد. ویژگی مورد انتظار دیگر برای یک اجتماع، پیوستگی است. انتظار می‌رود برای اینکه C یک اجتماع باشد، بین هر جفت از گره‌های آن مسیری وجود داشته باشد که فقط از گره‌های درون C عبور کند. این ویژگی فرآیند شناسایی اجتماع را در گراف‌های ناپیوسته ساده‌تر می‌کند، زیرا در این صورت هر مؤلفه‌ی متصل را می‌توان جداگانه تحلیل کرد، مگر اینکه محدودیت‌های خاصی بر خروجی تحمیل شده باشد. با در نظر گرفتن این الزامات اولیه، اکنون می‌توان تعاریف اصلی اجتماع را معرفی کرد. تحلیل گران شبکه‌های اجتماعی تعاریف مختلفی از زیرگروه‌ها ارائه داده‌اند که درجات مختلفی از انسجام داخلی میان گره‌ها را در نظر می‌گیرند. بسیاری از تعاریف دیگر نیز توسط دانشمندان رایانه و فیزیک‌دانان معرفی شده‌اند.

معمولاً سه دسته از تعاریف از یکدیگر متمایز می‌شوند:

۱. تعاریف محلی

۲. تعاریف جهانی

۳. تعاریف مبتنی بر شباهت گره‌ها

تعاریف دیگر نیز در چارچوب الگوریتم‌هایی که برای آن‌ها معرفی شده‌اند، ارائه خواهند شد.

^۱ Web Graph

۱-۲-۳- تعاریف محلی

اجتماع‌ها بخش‌هایی از گراف هستند که ارتباط کمی با بقیه سیستم دارند. تا حدودی می‌توان آن‌ها را به‌عنوان موجودیت‌هایی مستقل با خودمختاری نسبی در نظر گرفت. بنابراین منطقی است که آن‌ها جدا از کل گراف ارزیابی شوند. تعاریف محلی بر زیرگراف مورد بررسی تمرکز دارند، که ممکن است شامل همسایگی مستقیم آن نیز باشد، اما بخش‌های دیگر گراف را نادیده می‌گیرند. ابتدا به معرفی تعاریف اصلی در تحلیل شبکه‌های اجتماعی می‌پردازیم که آن‌ها طبق واسرمن و فاست^۱ بیان می‌شوند. در آن‌جا چهار نوع معیار مشخص شده‌اند:

- هم‌پیوندی کامل،
- دسترسی پذیری،
- درجه گره و
- مقایسه انسجام درونی با انسجام بیرونی.

اجتماع‌های مربوطه عمدتاً زیرگراف‌های حداکثری هستند که نمی‌توان آن‌ها را بدون از دست دادن ویژگی تعریف‌کننده‌شان، با افزودن گره یا یال جدید گسترش داد. اجتماع‌های اجتماعی می‌توانند در معنایی بسیار سخت‌گیرانه به‌صورت زیرگروه‌هایی تعریف شوند که تمام اعضای آن‌ها «دوست» یکدیگر هستند (هم‌پیوندی کامل). یکی از گزینه‌ها استفاده از ویژگی‌های مربوط به دسترسی‌پذیری است، یعنی وجود (و طول) مسیرها بین گره‌ها. معیار دیگر برای انسجام زیرگراف بر پایه مجاورت گره‌ها است. در این تعریف، گره باید با حداقل تعداد مشخصی از گره‌های دیگر در زیرگراف همسایه باشد. حتی اگر یک زیرگراف بسیار منسجم باشد، اگر ارتباطی قوی با بقیه گراف داشته باشد، به‌سختی می‌توان آن را اجتماع در نظر گرفت. بنابراین، مقایسه انسجام داخلی و بیرونی زیرگراف اهمیت دارد. در واقع، این همان کاری است که در بسیاری از تعاریف جدید اجتماع انجام می‌شود. البته اولین تعریف در این زمینه قدیمی است و از تحلیل شبکه‌های اجتماعی می‌آید. تعریف دیگر بر مقاومت خوشه‌ها نسبت به حذف یال‌ها تمرکز دارد و از مفهوم اتصال یالی استفاده می‌کند. اتصال یالی دو گره در گراف، کمترین تعداد یالی است که باید حذف شوند تا این دو گره دیگر مسیر ارتباطی نداشته باشند. اجتماعات همچنین می‌توانند با یک معیار تناسب^۲ تعریف شوند، که نشان می‌دهد تا چه حد یک زیرگراف ویژگی انسجام را برآورده می‌کند. هرچه تناسب بیشتر باشد، اجتماع مشخص‌تر است. این اصل مشابه توابع کیفیت است، که خوبی یک تقسیم‌بندی گراف را اندازه‌گیری می‌کنند. معیارهای تناسب همچنین می‌توانند به ارتباط زیرگراف با دیگر گره‌های گراف نیز مرتبط باشند. انتظار می‌رود یک اجتماع خوب، میزان جدایی کمتری داشته باشد، یعنی تعداد کمی یال آن را به بقیه گراف متصل کند. این موضوع پلی بین اجتماع یابی و تقسیم‌بندی گراف برقرار می‌کند.

^۱ S. Wasserman, K. Faust. ۱۹۹۴

^۲ fitness

۲-۲-۳- تعاریف جهانی

اجتماعات را می‌توان با در نظر گرفتن کل گراف نیز تعریف کرد. این رویکرد زمانی منطقی است که خوشه‌ها بخش‌های اساسی گراف باشند و نتوان آن‌ها را بدون تأثیر جدی بر عملکرد سیستم از هم جدا کرد. در متون علمی، معیارهای جهانی زیادی برای اجتماع یابی ارائه شده‌اند. در بیشتر موارد، این تعاریف غیرمستقیم هستند؛ به این معنا که از یک ویژگی کلی گراف در الگوریتمی استفاده می‌شود که در نهایت اجتماعات را شناسایی می‌کند. با این حال، دسته‌ای از تعاریف وجود دارند که دقیق و رسمی هستند و بر اساس این ایده شکل گرفته‌اند که یک گراف زمانی دارای ساختار اجتماع است که با یک گراف تصادفی تفاوت داشته باشد. در این باره می‌توان مدلی تهی^۱ تعریف کرد؛ یعنی گرافی که در برخی ویژگی‌های ساختاری با گراف اصلی یکسان است، اما در سایر موارد به صورت تصادفی ایجاد شده است. از این مدل تهی به عنوان معیاری برای مقایسه استفاده می‌شود تا بررسی شود که آیا گراف مورد مطالعه واقعاً ساختار اجتماع دارد یا نه. پرکاربردترین مدل تهی، مدلی است که نیومن و گیروان پیشنهاد داده‌اند. این مدل نسخه‌ای تصادفی شده از گراف اصلی است که در آن یال‌ها به صورت تصادفی بازآرایی می‌شوند، با این قید که درجه مورد انتظار هر گره برابر با درجه آن گره در گراف اصلی باقی بماند. این مدل تهی پایه‌ی مفهوم «ماژولاریتی» است؛ تابعی که کیفیت تقسیم یک گراف به خوشه‌ها را ارزیابی می‌کند. ماژولاریتی یک ویژگی منحصر به فرد را دارد که همزمان یک معیار جهانی برای تعریف اجتماع، یک تابع کیفیت، و عنصر کلیدی در محبوب‌ترین روش‌های خوشه‌بندی گراف باشد. در فرمول‌بندی استاندارد ماژولاریتی، یک زیرگراف زمانی یک اجتماع تلقی می‌شود که تعداد یال‌های درون آن بیشتر از تعداد مورد انتظاری باشد که همان زیرگراف در مدل تهی خواهد داشت. این مقدار مورد انتظار میانگینی بر تمام حالت‌های ممکن مدل تهی است.

۳-۲-۳- تعاریف مبتنی بر شباهت گره‌ها

این فرض طبیعی است که اجتماعات، گروه‌هایی از گره‌ها هستند که به یکدیگر شبیه‌اند. می‌توان شباهت بین هر جفت گره را نسبت به یک ویژگی مرجع – محلی یا جهانی – محاسبه کرد، بدون توجه به این که آیا آن دو گره با یک یال به هم متصل هستند یا نه. در نهایت، هر گره در خوشه‌ای قرار می‌گیرد که گره‌های آن بیشترین شباهت را با آن دارند. معیارهای شباهت، پایه‌ی روش‌های سنتی مانند خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی، پارتیشنی (تقسیم‌بندی) و طیفی هستند.

یک معیار جایگزین، تعداد مسیرهای مستقل از یال (یا گره) بین دو گره است. مسیرهای مستقل هیچ یال (یا گره‌ی) را با هم به اشتراک نمی‌گذارند و تعداد آن‌ها به بیشینه جریان قابل انتقال بین دو گره مرتبط است، تحت محدودیتی که هر یال فقط بتواند یک واحد جریان را عبور دهد (قضیه بیشینه جریان/کمینه برش)^۲. بیشینه جریان می‌تواند با الگوریتم‌هایی مانند الگوریتم مسیر افزایشی در زمان $O(m)$ برای گرافی با m یال محاسبه شود. به طور مشابه، می‌توان تمام مسیرهای بین دو گره را در نظر گرفت، اما مشکل این است که تعداد کل مسیرهای بی‌نهایت است. این مشکل با انجام مجموع وزنی تعداد مسیرها حل می‌شود.

^۱ null model

^۲ max-flow/min-cut theorem

دسته مهم دیگری از معیارهای شباهت گره‌ها بر پایه ویژگی‌های «پیمایشگر تصادفی» روی گراف است. یکی از این ویژگی‌ها، «زمان رفت و برگشت» بین دو گره است؛ یعنی میانگین تعداد گام‌های لازم برای یک پیمایشگر تصادفی که از هر یک از دو گره شروع می‌کند تا به گره دیگر برسد و سپس به گره شروع بازگردد. این معیار (و مشتقات آن) توسط سائیرنس و همکاران^۱ به عنوان معیار شباهت یا عدم شباهت مورد استفاده قرار گرفته‌اند: هرچه این زمان بیشتر باشد، فاصله (یا عدم شباهت) گره‌ها بیشتر است. زمان رفت و برگشت ارتباط نزدیکی با «مقاومت الکتریکی»^۲ دارد که توسط کلین و راندیک^۳ معرفی شده است و مقاومت مؤثر بین دو گره را زمانی که گراف به شبکه‌ای از مقاومت‌ها تبدیل شود، نشان می‌دهد. ویت و اسمیت و همچنین ژو^۴ از میانگین «زمان اولین گذر»^۵ استفاده کرده‌اند؛ یعنی میانگین تعداد گام‌هایی که برای رسیدن به گره هدف از گره مبدأ در اولین بار لازم است. هارل و کورن^۶ معیارهایی بر اساس احتمال بازدید از گره هدف در تعداد مشخصی گام پس از ترک گره مبدأ و همچنین احتمال بازدید دقیقاً یکبار از گره هدف قبل از بازگشت به مبدأ ارائه کرده‌اند. مقدار دیگری که برای تعریف معیارهای شباهت استفاده می‌شود، «احتمال فرار»^۷ است؛ یعنی احتمال اینکه پیمایشگر قبل از بازگشت به مبدأ به گره هدف برسد. این احتمال با «هدایت مؤثر»^۸ بین دو گره در شبکه مقاومت معادل مرتبط است. برخی نویسندگان از ویژگی‌های پیمایشگر تصادفی تغییر یافته نیز بهره برده‌اند؛ مثلاً الگوریتم گوری و پوچی^۹ و همچنین تونگ و همکاران^{۱۰} از معیارهای شباهتی استفاده کرده‌اند که بر اساس فرایند رتبه صفحه^{۱۱} گویا ساخته شده‌اند.

۴-۲-۳- تقسیم بندی یا بخش بندی

یک بخش‌بندی^{۱۲}، به معنای تقسیم یک گراف به خوشه‌هایی است، به طوری که هر گره فقط به یک خوشه تعلق داشته باشد. در سامانه‌های واقعی ممکن است گره‌ها بین چند جامعه مشترک باشند. تقسیم گراف به جوامع هم‌پوشان (یا فازی) را پوشش^{۱۳} می‌نامند. بخش‌ها می‌توانند به صورت سلسله‌مراتبی سازمان‌دهی شوند، زمانی که گراف در مقیاس‌های مختلف دارای سطوح

^۱ Saerens and et al.

^۲ resistance distance

^۳ Klein and Randic

^۴ White and Smyth and Zhou

^۵ average first passage time

^۶ Harel and Koren

^۷ escape probability

^۸ effective conductance

^۹ Gori and Pucci

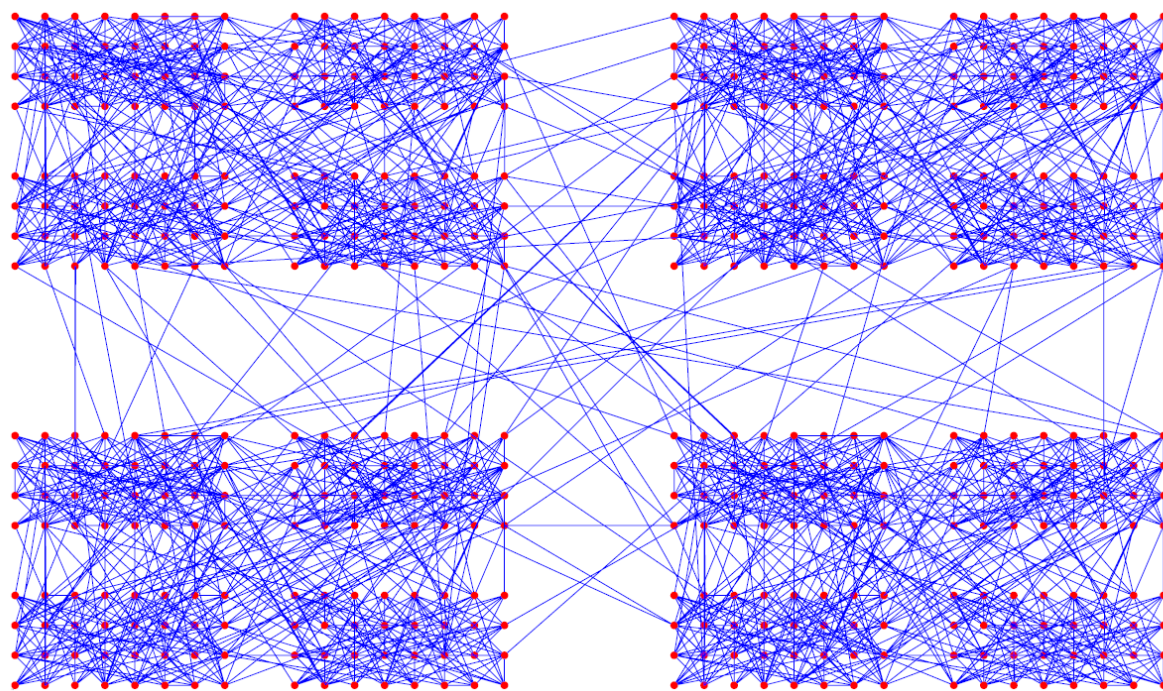
^{۱۰} Tong et al.

^{۱۱} PageRank

^{۱۲} partition

^{۱۳} cover

گوناگون سازمان یا ساختار باشد. در این حالت، خوشه‌ها خود نیز ساختار اجتماعی دارند، به‌طوری که شامل جوامع کوچکتر در درون خود هستند، که این جوامع نیز ممکن است جوامع کوچکتری را دربر گیرند، و این روند می‌تواند ادامه یابد (مانند شکل ۱).
شکل (۱): نمونه‌ای شماتیک از یک گراف سلسله‌مراتبی. در این شکل، شانزده ماژول (زیربخش) شامل ۳۲ گره در هر ماژول، به‌وضوح چهار خوشه بزرگ‌تر را تشکیل می‌دهند. تمام گره‌ها دارای درجه ۶۴ هستند.

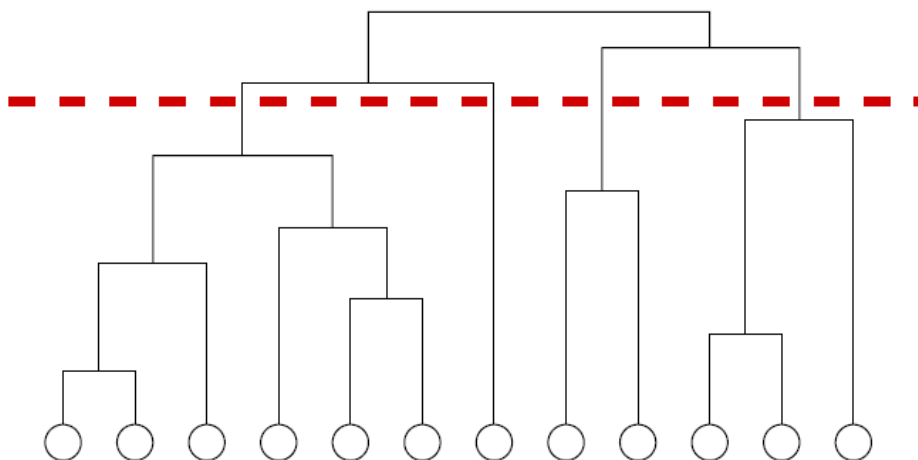


© ۲۰۰۹ by IOP Publishing

برای مثال، در یک شبکه اجتماعی از کودکان ساکن یک شهر، می‌توان کودکان را بر اساس مدرسه‌ای که در آن تحصیل می‌کنند گروه‌بندی کرد، ولی درون هر مدرسه نیز می‌توان تقسیم‌بندی‌ای بر اساس کلاس‌ها انجام داد. سازمان سلسله‌مراتبی، ویژگی‌ای رایج در بسیاری از شبکه‌های واقعی است، که با مقیاس‌بندی خاص ضریب خوشه‌بندی برای گره‌هایی با درجه‌ی یکسان k ، هنگام رسم به عنوان تابعی از k ، آشکار می‌شود. یک روش طبیعی برای نمایش ساختار سلسله‌مراتبی گراف، رسم دندروگرام^۱ است، مانند نمونه‌ای که در شکل ۲ نمایش داده شده است. در اینجا، بخش‌بندی‌هایی از یک گراف با دوازده گره نشان داده شده است. در پایین نمودار، هر گره خود یک خوشه مستقل است (اصطلاحاً "برگ‌های" درخت). با حرکت به سمت بالا، گروه‌هایی از گره‌ها به تدریج با هم ادغام می‌شوند. ادغام جوامع توسط خطوط افقی نمایش داده می‌شود. بالاترین سطح، کل گراف را به عنوان یک جامعه واحد نشان می‌دهد. برش افقی نمودار در ارتفاع خاصی (خط چین در شکل)، یک بخش خاص از گراف را نمایش می‌دهد. این نمودار ذاتاً سلسله‌مراتبی است: هر جامعه‌ای در یک سطح، به‌طور کامل درون جامعه‌ای در سطح بالاتر قرار دارد. دندروگرام‌ها به‌طور منظم در جامعه‌شناسی و زیست‌شناسی استفاده می‌شوند.

^۱ dendrogram

شکل (۲): یک دندروگرام (درخت سلسله‌مراتبی). برش‌های افقی متناظر با پارتیشن‌های گراف به خوشه‌ها (اجتماعات) هستند.



©by the American Physical Society. ۲۰۰۴

۵-۲-۳- توابع کیفیت: ماژولاریتی^۱

الگوریتم‌های قابل اعتماد باید بتوانند بخش‌بندی‌های خوبی را شناسایی کنند. اما بخش‌بندی خوب چیست؟ برای تمایز بین «خوشه‌بندی خوب» و «بد»، مفید است که خوشه‌بندی‌ها دارای مجموعه‌ای از ویژگی‌های پایه و شهودی باشند که توافق بر سر آن‌ها آسان باشد. در زمینه‌ی گسترده‌تر خوشه‌بندی داده‌ها، این مسئله توسط جان کلاینبرگ^۲ بررسی شده که یک قضیه‌ی مهم امکان‌ناپذیری^۳ را اثبات کرده است. فرض کنید مجموعه‌ای از نقاط S داده شده باشد و تابع فاصله d تعریف شود که مثبت معین و متقارن باشد (نیاز نیست نامساوی مثلثی رعایت شود). ما به دنبال خوشه‌بندی f بر اساس فاصله بین نقاط هستیم. کلاینبرگ نشان داد که هیچ خوشه‌بندی‌ای وجود ندارد که به‌طور هم‌زمان این سه ویژگی را داشته باشد:

مقیاس‌ناپذیری^۴: ضرب هر تابع فاصله d در یک عدد ثابت α منجر به همان خوشه‌بندی می‌شود.

غنا^۵: هر بخش‌بندی ممکن از مجموعه‌ی داده‌ها باید در صورت انتخاب یک تابع فاصله مناسب، قابل بازیابی باشد.

سازگاری^۶: اگر تابع فاصله را به نحوی تغییر دهیم که فاصله بین نقاط در خوشه‌های مختلف افزایش یابد (یا بدون کاهش باقی بماند) و فاصله بین نقاط در یک خوشه کاهش یابد (یا بدون افزایش باقی بماند)، خوشه‌بندی تغییر نکند.

^۱ Modularity

^۲ Jon Kleinberg

^۳ impossibility theorem

^۴ Scale-invariance

^۵ Richness

^۶ Consistency

این قضیه را نمی‌توان به خوشه‌بندی گراف‌ها تعمیم داد، چون تابع فاصله معمولاً برای گراف‌هایی که کامل نیستند تعریف‌پذیر نیست. اما در گراف‌های کامل و زنده‌دار، مانند ماتریس‌های همبستگی، معمولاً می‌توان تابع فاصله تعریف کرد. در گراف‌های عمومی (غیر کامل)، به جز خاصیت اول که بدون تابع فاصله بی‌معناست، دو خاصیت دیگر قابل تعریف‌اند:

غنا به این معناست که می‌توان یال‌ها را بین گره‌ها طوری تعریف کرد که بخش‌بندی مدنظر به شکل طبیعی از دل ساختار گراف بیرون بیاید (مثلاً با اتصال تنها گره‌های یک خوشه).

سازگاری به این معناست که اگر یال‌های بین خوشه‌ای را حذف کرده و یال‌های درون خوشه‌ای را اضافه کنیم، همان بخش‌بندی حفظ شود.

بسیاری از الگوریتم‌ها تنها مجموعه‌ای محدود و معنادار از بخش‌بندی‌ها را پیدا می‌کنند، در حالی که برخی روش‌ها مانند خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی تعداد زیادی بخش ارائه می‌دهند. اما این به معنای کیفیت برابر آن‌ها نیست. از این‌رو مفید (و گاه ضروری) است که معیاری عددی برای ارزیابی کیفیت بخش‌بندی‌ها داشته باشیم. به چنین معیاری تابع کیفیت^۱ می‌گویند، که به هر بخش عددی نسبت می‌دهد. در نتیجه، بخش‌ها را می‌توان بر اساس امتیازشان رتبه‌بندی کرد: امتیاز بالاتر یعنی بخش بهتر. این حال، باید توجه داشت که مسئله‌ی «کدام بخش بهتر است؟» ذاتاً بد تعریف شده است، و پاسخ به آن وابسته به مفهوم خاص اجتماع و/یا تابع کیفیت مورد استفاده خواهد بود. ماژولاریتی به عنوان یک تابع کیفیت در بسیاری از الگوریتم‌ها، مانند برخی از الگوریتم‌های تقسیم‌گر به کار رفته است. علاوه بر این، بهینه‌سازی ماژولاریتی خود یک روش محبوب برای اجتماع‌یابی است. ماژولاریتی همچنین امکان ارزیابی پایداری بخش‌بندی‌ها را فراهم می‌کند. هم چنین می‌تواند برای طراحی چیدمان جهت بصری‌سازی گراف استفاده شود و برای انجام نوعی نرمال‌سازی گراف با تبدیل یک گراف به گرافی کوچک‌تر با همان ساختار جامعه به کار رود.

۴- ارزیابی الگوریتم‌های مختلف اجتماع‌یابی

در ادامه، الگوریتم‌های مختلف اجتماع‌یابی بر اساس معیارهای کیفیت مانند امتیاز ماژولاریتی^۲ و امتیاز هدایت‌پذیری^۳ برای مجموعه‌های مختلف در حوزه‌های گوناگون ارزیابی می‌گردد. کیفیت شبکه با استفاده از ساختارهای مناسب اجتماع مورد سنجش قرار می‌گیرد.

^۱ Quality Function

^۲ ماژولاریتی به میزان قابلیت جداسازی و ترکیب‌پذیری اجزای یک سیستم اشاره دارد، که اغلب با هدف افزایش انعطاف‌پذیری و تنوع در استفاده انجام می‌شود. این مفهوم بر تقسیم سیستم‌های پیچیده به واحدهای کوچک‌تر و مستقل (ماژول‌ها) تأکید دارد که می‌توانند به صورت جداگانه طراحی، توسعه، آزمون و نگهداری شوند. این جداسازی موجب ساده‌تر شدن کل سیستم و فراهم شدن امکان اصلاح و به‌روزرسانی آسان‌تر می‌گردد.

^۳ در علوم نظری رایانه، نظریه گراف و ریاضیات، هدایت (Conductance) یک پارامتر در زنجیره مارکوف است که ارتباط نزدیکی با زمان اختلاط (mixing time) آن دارد؛ یعنی سرعت همگرایی زنجیره به توزیع ایستای خود، البته در صورتی که چنین توزیعی وجود داشته باشد. به طور معادل، هدایت را می‌توان به عنوان پارامتری از یک گراف جهت‌دار نیز در نظر گرفت که در این حالت برای تحلیل سرعت همگرایی گام‌های تصادفی در گراف استفاده می‌شود. هدایت گراف رابطه نزدیکی با ثابت چیگر (Cheeger constant) دارد که با نام‌های انبساط یال (edge expansion) یا عدد ایزوپرمتریک (isoperimetric number) نیز شناخته

اجتماع یابی در مطالعه شبکه‌های زیستی اهمیت بالایی دارد، زیرا اغلب برای شناسایی ماژول‌های عملکردی به کار می‌رود؛ یعنی مجموعه‌هایی از ژن‌ها یا پروتئین‌هایی که رفتار هماهنگ داشته یا وظایف مشابهی را درون یک سیستم زیستی انجام می‌دهند. این ماژول‌ها اغلب نمایانگر عناصر زیستی مهم هستند و می‌توانند اطلاعات ارزشمندی درباره ساختار، عملکرد و ارتباطات در شبکه‌های زیستی ارائه دهند. توانایی شناسایی گروه‌ها یا اجتماعات اصلی کاربران در یک شبکه، یکی از اجزای بسیار مهم تحلیل شبکه‌های اجتماعی است. این اجتماعات معمولاً شامل خوشه‌هایی از افراد با علایق مشترک، ارتباطات اجتماعی یا وابستگی‌های مشترک هستند. شناسایی این اجتماعات، دیدگاه‌های ارزشمندی را درباره ساختار بنیادی، پویایی‌ها و روابط در شبکه اجتماعی در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهد.

در بازاریابی، اجتماع یابی برای شناسایی و درک جوامع مصرف‌کننده در یک بازار هدف استفاده می‌شود. این جوامع از افرادی تشکیل شده‌اند که علایق، ترجیحات، رفتارها یا ویژگی‌های جمعیت‌شناختی مشابهی دارند. از طریق بهره‌گیری از تکنیک‌های اجتماع یابی، بازاریابان می‌توانند دیدگاه‌های ارزشمندی نسبت به نیازها، انگیزه‌ها و ترجیحات خاص این جوامع مصرف‌کننده به دست آورند. در سیستم‌های توصیه‌گر، اجتماع یابی برای یافتن جوامع کاربری با علایق مشترک به کار می‌رود و به بهبود دقت توصیه‌ها کمک می‌کند. اجتماع یابی شامل جداسازی افرادی است که علایق یا ویژگی‌های مشابهی دارند.

در حوزه سلامت، اجتماع یابی برای شناسایی خوشه‌هایی از افراد با شرایط سلامتی مشابه، بهینه‌سازی تخصیص منابع، بهبود پزشکی شخصی‌سازی‌شده، ارتقای تعامل بیماران و طراحی کمپین‌های مؤثر سلامت عمومی مفید است.^۱ این رویکرد با در نظر گرفتن عوامل سطح اجتماع، به پژوهش و سیاست‌گذاری سلامت کمک می‌کند. در مجموع، اجتماع یابی موجب بهبود نتایج سلامت، تخصیص منابع، پزشکی شخصی‌سازی‌شده، تعامل بیماران و راهبردهای سلامت عمومی می‌شود.^۲

۵- اجتماع یابی در جوامع هم‌پوشان و غیر هم‌پوشان

اجتماع یابی یکی از عناصر کلیدی در شبکه‌های پیچیده به شمار می‌رود. گره‌های شبکه گاهی با گره‌هایی خارج از اجتماع خود ارتباط برقرار می‌کنند، اما پیوندهای قوی‌تری با سایر گره‌های درون اجتماع‌شان دارند. نمونه‌ای از یک شبکه با ۱۱ گره و ۱۵ یال که شامل ۳ اجتماع است، در شکل ۳ نشان داده شده است.

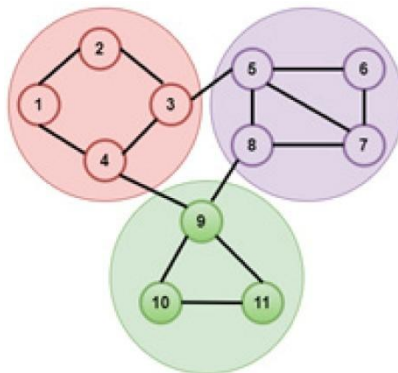
می‌شود. با این حال، به دلیل تفاوت‌های جزئی در تعاریف، در گراف‌های نامنظم (non-regular graphs) معمولاً هدایت و انبساط یال با یکدیگر یکسان نیستند. از سوی دیگر، مفهوم هدایت الکتریکی در شبکه‌های الکتریکی ارتباطی با هدایت گراف ندارد.

([https://en.wikipedia.org/wiki/Conductance_\(graph_theory\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Conductance_(graph_theory)))

^۱ Gangopadhyay A, Chen S. ۲۰۱۶.

^۲ Pourhabibi T, Ong KL, Kam BH, Boo YL. ۲۰۲۰.

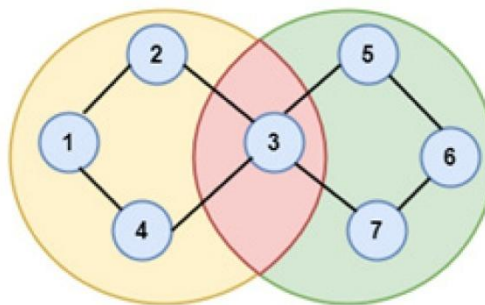
شکل (۳): گره‌هایی که با رنگ یکسان محصور شده‌اند، متعلق به یک جامعه هستند.



Source: Tokala Srilatha et al. (۲۰۲۰)

بسیاری از روش‌های اجتماع‌یابی، یک برچسب یکسان به همه گره‌های متعلق به یک اجتماع اختصاص می‌دهند. با در نظر گرفتن فرآیند تخصیص این برچسب‌ها، الگوریتم‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: جوامع غیر همپوشان^۱ و جوامع همپوشان^۲. در جوامع غیر همپوشان، گروه‌بندی‌ها در شبکه به صورت انحصاری هستند^۳، یعنی هر گره تنها به یک اجتماع تعلق دارد. در حالی که در جوامع همپوشان، ممکن است یک گره همزمان عضو چندین اجتماع باشد. جوامع همپوشان به گره‌ها اجازه می‌دهند که عضویت چندگانه در اجتماعات مختلف داشته باشند^۴. نمونه‌هایی از شبکه‌های اجتماع غیر همپوشان و همپوشان به ترتیب در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده‌اند. در شکل ۳ مشاهده می‌کنیم که سه ساختار اجتماع مجزا وجود دارد که هیچ همپوشانی بین آن‌ها نیست و هر گره فقط متعلق به یک اجتماع است. در حالی که در شکل ۴ مشاهده می‌شود که دو ساختار اجتماع وجود دارد و گره شماره ۳ همزمان در هر دو اجتماع عضویت دارد که نشان‌دهنده ساختار همپوشان است.

شکل (۴): نمونه‌ای از یک شبکه با جوامع همپوشان؛ گره ۳ عضو هر دو جامعه است.



Source: Tokala Srilatha et al. (۲۰۲۰)

^۱ non-overlapping

^۲ overlapping

^۳ M Hajiabadi, H Zare, H Bobarshad. ۲۰۱۷. and Negara Eskandryani R. ۲۰۱۸.

^۴ Mohamed EM, Agouti T, Tikniouine A, El Adnani M. ۲۰۱۹. and Doluca O, Oğuz K. APAL ۲۰۲۱.

تنوع و انعطاف‌پذیری ذاتی شبکه‌های دنیای واقعی، که در آن گره‌ها اغلب در انواع تعاملات اجتماعی یا عملکردی شرکت می‌کنند، در قالب جوامع همپوشان منعکس می‌شود. بیشتر تکنیک‌های فعلی اجتماع یابی، جوامع غیر همپوشان را شناسایی می‌کنند. برای شناسایی عضویت‌های همپوشان، باید رویکرد متفاوتی دنبال شود.^۱

۶- کاربردها و پیشینه در قالب سیستم داده-ستانده

همانطور که گفته شد، الگوریتم‌های اجتماع یابی در حوزه‌های گوناگون پژوهشی به کار گرفته می‌شوند.^۲ برخی از پرکاربردترین زمینه‌ها عبارت‌اند از: زیست‌اطلاعاتی (بیوانفورماتیک)^۳، شبکه‌های اجتماعی^۴، امور مالی^۵، سیستم‌های توصیه‌گر^۶، مراقبت‌های بهداشتی^۷، حمل‌ونقل^۸، مخابرات^۹، آموزش^{۱۰}، پلتفرم‌های آنلاین و تجارت الکترونیک^{۱۱}، شبکه تجارت نفت^{۱۲}، سیستم داده-ستانده جهانی^{۱۳} و سایر حوزه‌ها. مجموعه‌ای گسترده از الگوریتم‌های اجتماع یابی توسعه یافته‌اند که امکان جداسازی خوشه‌ها را فراهم می‌کنند. با این حال، معمولاً الگوریتم‌های مختلف به بخش‌بندی‌های متفاوتی منجر می‌شوند. اکثر این الگوریتم‌ها بدون ارجاع به شبکه‌های واقعی خاصی طراحی شده‌اند. افزون بر این، الگوریتم‌های مختلف بر پایه ترجمه تعاریف عملیاتی متفاوت از مفهوم «خوشه» به زبان ریاضی بنا شده‌اند. برخی از این تعاریف ممکن است برای انواع خاصی از شبکه‌ها مناسب باشند اما برای دیگر انواع شبکه‌ها خیر. مثلاً تعریف خوشه در یک شبکه زیستی ممکن است به شدت با تعریف آن در یک شبکه اجتماعی متفاوت باشد.^{۱۴}

در زیست‌اطلاعاتی، اجتماع یابی به شناسایی گروهی از پروتئین‌ها یا ژن‌ها که تعامل نزدیکی با یکدیگر دارند کمک می‌کند. با دریافت این اطلاعات، می‌توان ژن‌های زیستی را شناسایی کرد. همچنین می‌توان گروهی از ژن‌ها را که به بیماری‌های خاصی مرتبط هستند، شناسایی نمود. در ساختارهای شبکه‌ای، شناسایی این تعاملات به بهبود فرآیند توسعه دارو کمک می‌کند.

^۱ Du N, Wu B, Pei X, Wang B, Xu L. ۲۰۱۷.

^۲ Valmohammadi C, Taraz R, Mehdi khani R ۲۰۲۳.

^۳ Gasparetti F, Sansonetti G, Micarelli A. ۲۰۲۱.

^۴ Karataş A, Şahin S. ۲۰۱۸.

^۵ Rostami M, Oussalah M, Berahmand K, Farrahi V. ۲۰۲۳.

^۶ Varun E., Ravikumar P. ۲۰۱۶

^۷ Yassine S, Kadry S., Sicilia M. ۲۰۲۱

^۸ hattopadhyay S, Basu T, Das A. K, Ghosh K., Murthy L. C. ۲۰۲۱

^۹ Lu M, Zhang Z, Qu Z, Kang Y. LPANNI ۲۰۱۸.

^{۱۰} Xie J, Kelley S, Szymanski BK ۲۰۱۳.

^{۱۱} Yang J, Leskovec J. ۲۰۱۲.

^{۱۲} شهنازی و ساجدیان فرد (۱۴۰۲)

^{۱۳} Piccardi Carlo and etal. (۲۰۱۷)

^{۱۴} Nadia Garbellini. ۲۰۱۲.

در شبکه‌های اجتماعی، از اجتماع یابی برای شناسایی خوشه‌هایی از افراد استفاده می‌شود که به پلتفرم‌های اجتماعی کمک می‌کند تا ارتباطات قوی‌تری ایجاد کنند. با توجه به نحوه انتشار اطلاعات در شبکه‌های اجتماعی، دسته‌بندی گره‌ها در گروه‌های مشخص به ایجاد تعامل با افراد تأثیرگذار کمک می‌کند. تحلیل رفتار این افراد می‌تواند به پیاده‌سازی راهبردهای بازاریابی منجر شود.

در بازارهای مالی، اجتماع یابی به شناسایی بازارهای تعاملی‌تر کمک می‌کند که برای تحلیل بازار اهمیت دارد. همچنین در شناسایی و تحلیل ریسک میان نهادهای مالی مفید است و به پایش ریسک‌های مالی کمک می‌کند. با به کارگیری الگوریتم‌های اجتماع یابی در سیستم‌های توصیه‌گر، کسب‌وکارها می‌توانند درک عمیق‌تری از ساختار و رفتار جوامع کاربری خود به دست آورند و پیشنهادهایی شخصی‌سازی شده‌تر و مؤثرتر ارائه دهند.

در حوزه سلامت، از اجتماع یابی برای تشخیص نحوه گسترش بیماری‌ها در میان جمعیت‌های بزرگ استفاده می‌شود. شناسایی گروه‌های مشابه، امکان پیش‌بینی دقیق‌تر الگوهای بیماری را فراهم می‌کند. همچنین در تشخیص اختلالات روانی در میان افراد یک شبکه نقش دارد و می‌توان بی‌نظمی‌ها و نقاط دورافتاده در شبکه را شناسایی کرد.

در شبکه‌های حمل‌ونقل، اجتماع یابی به شناسایی مراکز و گره‌های تقاطعی کمک می‌کند که برای طراحی مؤثر شبکه حمل‌ونقل اهمیت دارد. در شرایط اضطراری، اجتماعات می‌توانند برای برنامه‌ریزی بحران‌های فوری شناسایی شوند.

در حوزه مخابرات، با بهینه‌سازی زیرساخت شبکه، اجتماعات درون شبکه شناسایی می‌شوند. شناسایی گروه‌های کاربر یا دستگاه‌هایی با الگوهای ارتباطی مشابه به مدیریت ترافیک و تخصیص منابع برای بهبود عملکرد شبکه کمک می‌کند.

در آموزش، با استفاده از الگوریتم‌های اجتماع یابی، می‌توان دوره‌های توصیه‌شده را بر اساس عملکرد تحصیلی، عادات مطالعه یا ترجیحات آموزشی دانش‌آموزان تحلیل کرد. همچنین، گروه‌های مطالعاتی را می‌توان بر اساس نیازهای یادگیری مشابه تشکیل داد. برنامه‌ریزی برای فعالیت‌های فوق‌برنامه نیز می‌تواند متناسب با جوامع خاص انجام شود و این امر موجب تقویت تعاملات مفید برای اشتراک دانش و مهارت‌های حل مسئله گروهی می‌شود.

در پلتفرم‌های آنلاین، کاربرانی که علاقه‌مندی‌های مشابهی به محصولات دارند می‌توانند در یک اجتماع قرار گیرند و توصیه‌هایی بر اساس این علاقه‌مندی‌ها دریافت کنند. این فرآیند، تجربه خرید را برای کاربران بهبود می‌بخشد و منجر به تراکنش‌های موفق‌تر می‌شود. همچنین می‌توان بر اساس ترجیحات و رفتارهای گروهی کاربران، مشوق‌ها یا پاداش‌هایی را پیشنهاد داد. همچنین، شناسایی فعالیت‌های تقلب‌آمیز کاربران یا تراکنش‌ها از طریق خوشه‌بندی امکان‌پذیر است.

در نهایت، استفاده از جدول‌های داده-ستانده برای درک بهتر الگوهای تجاری و پیوندهای بین کشورها، پیشینه‌ای طولانی در ادبیات اقتصادی دارد، از جمله در مطالعات اولیه لئونتیف. این جدول‌ها به‌طور گسترده برای ارزیابی تخصص‌گرایی کشورها در تجارت و اثر تعادل عمومی سیاست‌های تجاری به کار رفته‌اند و اخیراً نیز برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید و تجارت کشورها استفاده شده‌اند. در سال‌های اخیر، استفاده از جدول‌های داده-ستانده بین‌کشوری در ادبیات جدیدی احیا شده است که هدف آن بهبود سنجش مشارکت کشورها در زنجیره‌های ارزش جهانی و برجسته کردن پیوندهای تولیدی بین کشورهاست. با

این حال، تا جایی که اطلاع هست، مطالعات اندکی از تکنیک‌های اجتماع‌یابی در جدول‌های جهانی استفاده شده است. اجتماع-یابی در شبکه جهانی داده-ستانده، به معنای شناسایی مجموعه‌هایی از کشورها/بخش‌هاست که به‌طور تنگاتنگی به یکدیگر متصل‌اند، یعنی دارای روابط اقتصادی ترجیحی هستند.

۱-۶- کاربرد اجتماع‌یابی در شبکه‌ها و پایگاه داده‌های واقعی

شرط لازم استفاده از روش‌های اجتماعی، بهره‌گیری از پایگاه داده‌هاست. پایگاه داده‌های زیادی وجود دارد که از آن برای ارزیابی اثرگذاری الگوریتم‌های اجتماع‌یابی استفاده می‌شود. در این بخش، در رابطه با سه پایگاه داده کلاسیک باشگاه کاراته زاخاری^۱، دلفین‌های لوسو^۲ و فوتبال آمریکایی گیروان و نیومن^۳ و نحوه به کارگیری آن توضیح می‌دهیم. شکل هندسی و پارامترهای اساسی هر کدام از شبکه باشگاه کاراته، شبکه دلفین‌ها و شبکه فوتبال آمریکایی در جدول ۱ ارائه شده است.

شبکه دلفین‌ها شامل ۶۲ دلفین است و یال‌ها بین حیواناتی برقرار شده که بیشتر از حد انتظار به‌طور تصادفی، با هم مشاهده شده‌اند. پس از آنکه یکی از دلفین‌ها برای مدتی منطقه را ترک کرد، دلفین‌ها به دو گروه تقسیم شدند (در شکل با مربع و دایره نشان داده شده‌اند). این گروه‌ها بسیار منسجم هستند و دارای چندین خوشه‌ی درونی‌اند و به‌راحتی قابل شناسایی هستند: تنها شش یال بین رأس‌هایی از گروه‌های مختلف وجود دارد. به دلیل این دسته‌بندی طبیعی، شبکه‌ی دلفین‌های لوسو، مانند شبکه‌ی باشگاه کاراته‌ی زاخاری، اغلب برای ارزیابی الگوریتم‌های تشخیص اجتماع استفاده می‌شود.

جهت بسط بهتر می‌توان به شبکه باشگاه کاراته زاخاری اشاره داشت. این شبکه، یکی از معروف‌ترین شبکه‌ها جهت بررسی کارایی و دقت روش‌های اجتماع‌یابی است. این شبکه از ۳۴ گره تشکیل و ارتباطات آن‌ها در قالب ۷۸ یال میان گره‌ها تعریف شده است. گره‌ها بیانگر اعضای یک باشگاه کاراته در آمریکا است. یال‌ها نیز نشان‌دهنده روابط بین دو عضو در بیرون از باشگاه است. طی مشاهده صورت گرفته، پس از مدتی به واسطه اختلاف میان رئیس و مربی باشگاه، اعضا به دو گروه تفکیک شدند. یک گروه توسط مربی و گروهی دیگر توسط رئیس باشگاه مورد حمایت قرار می‌گرفت. این نوع تفکیک در قرارگیری گره‌ها در مجاورت یکدیگر و مسیری که از یکدیگر دارند قابل مشاهده است.

جهت بررسی سه گروه ارائه شده، می‌توان از دو معیار میانگین طول مسیر^۴ و ضریب خوشه‌بندی^۵ محاسبه شده استفاده کرد. معیار میانگین طول مسیر بیانگر متوسط کوتاه‌ترین مسیر میان تمامی جفت گره‌های حاضر در یک خوشه یا اجتماع‌های شبکه است. هرچه مقدار آن کمتر باشد به معنای متوسط نزدیکی بیشتر گره‌ها با یکدیگر و استحکام و پراستار تباط خوشه یا اجتماع است و بالعکس.

^۱ Zachary, ۱۹۷۷

^۲ Lusseau, ۲۰۰۳

^۳ Girvan & Newman, ۲۰۰۲

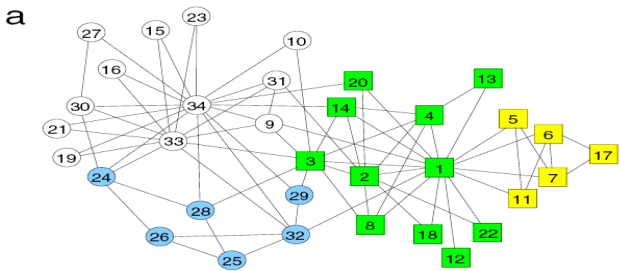
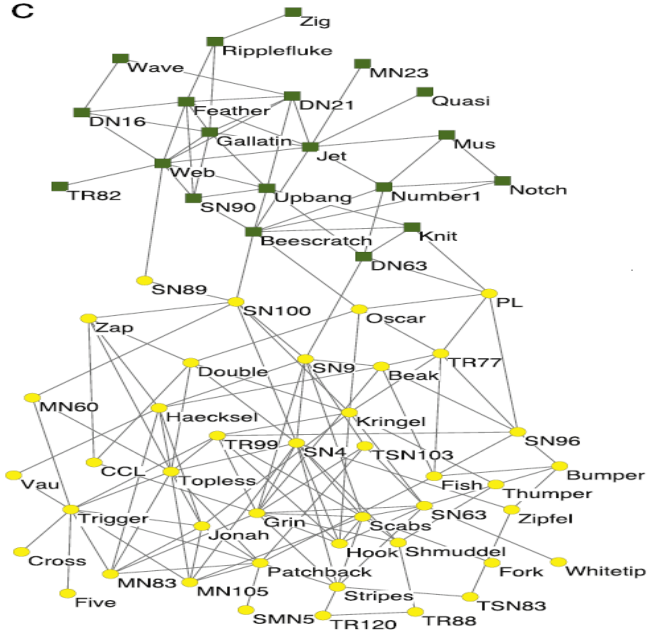
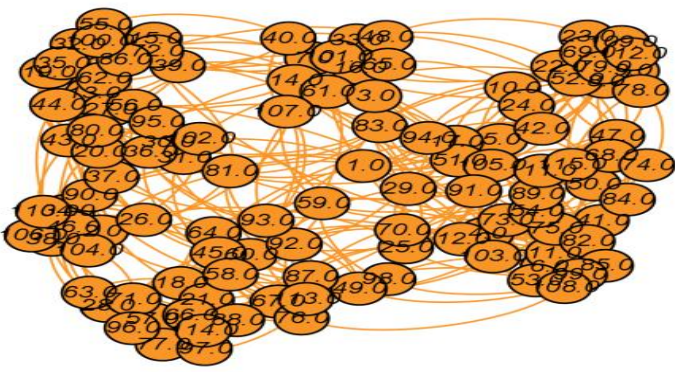
^۴ Average path length

^۵ Clustering coefficient distribution

معیار ضریب خوشه‌بندی نیز با هدف تمایل گره‌ها جهت تشکیل خوشه یا اجتماع مورد استفاده قرار می‌گیرد. در صورتی که یک شبکه از ضریب بالاتری برخوردار باشد، به معنای انسجام بالای خوشه‌ها و شبکه است. با توجه به این دو معیار به بیان تفاوت شبکه‌های ذیل می‌پردازیم.

با توجه به توزیع ضریب خوشه‌بندی، شبکه باشگاه کاراته دارای بالاترین ضریب خوشه‌بندی (۰.۵۸) است، به این معنی که در این شبکه گره‌های بیشتری در خوشه‌های محلی به‌خوبی متصل شده‌اند. شبکه دولفین‌ها نیز کمترین ضریب خوشه‌بندی (۰.۳) را دارد، که نشان می‌دهد این شبکه کمترین خوشه‌بندی محلی را دارد و بیشتر گره‌ها به شکل پراکنده‌تری در ارتباط هستند. در نهایت شبکه فوتبال آمریکایی نیز با ضریب خوشه‌بندی ۰.۴، وضعیت میانه‌ای دارد، به طوری که خوشه‌بندی محلی آن بیشتر از شبکه دولفین‌ها اما کمتر از شبکه باشگاه کاراته است. شبکه باشگاه کاراته احتمالاً همبسته‌تر و متراکم‌تر است و خوشه‌های محلی بیشتری دارد، درحالی‌که شبکه دولفین‌ها ساختاری پراکنده‌تر و تصادفی‌تر را به نمایش می‌گذارد. شبکه باشگاه کاراته با میانگین مسیر ۲.۴، کمترین میانگین مسیر را دارد، که نشان می‌دهد گره‌ها به‌صورت کلی به یکدیگر نزدیک‌تر هستند و شبکه فشرده‌تری دارد. شبکه دولفین‌ها با میانگین مسیر ۳.۳، بیشترین فاصله میان گره‌ها را دارد و گره‌ها پراکنده‌تر هستند. شبکه فوتبال آمریکایی نیز با میانگین مسیر ۲.۵، کمی طولانی‌تر از شبکه باشگاه کاراته اما همچنان بسیار کوتاه‌تر از شبکه دولفین‌ها است. به همین خاطر می‌توان گفت شبکه باشگاه کاراته از نظر کارایی اتصال بهترین است، زیرا گره‌ها در کل نزدیک به یکدیگر هستند. شبکه دولفین‌ها کمترین کارایی را دارد، زیرا گره‌ها فاصله بیشتری از هم دارند و شبکه پراکنده‌تری است. به صورت کلی می‌توان گفت شبکه باشگاه کاراته با ضریب خوشه‌بندی بالا (۰.۵۸) و میانگین مسیر کوتاه (۲.۴)، منسجم و از نظر اتصال، کارآمد است. این امر بیانگر وجود شبکه‌ای فشرده و با جریان اطلاعات سریع است.

جدول (۱): شکل هندسی و پارامترهای شبکه‌ای سه پایگاه داده کلاسیک

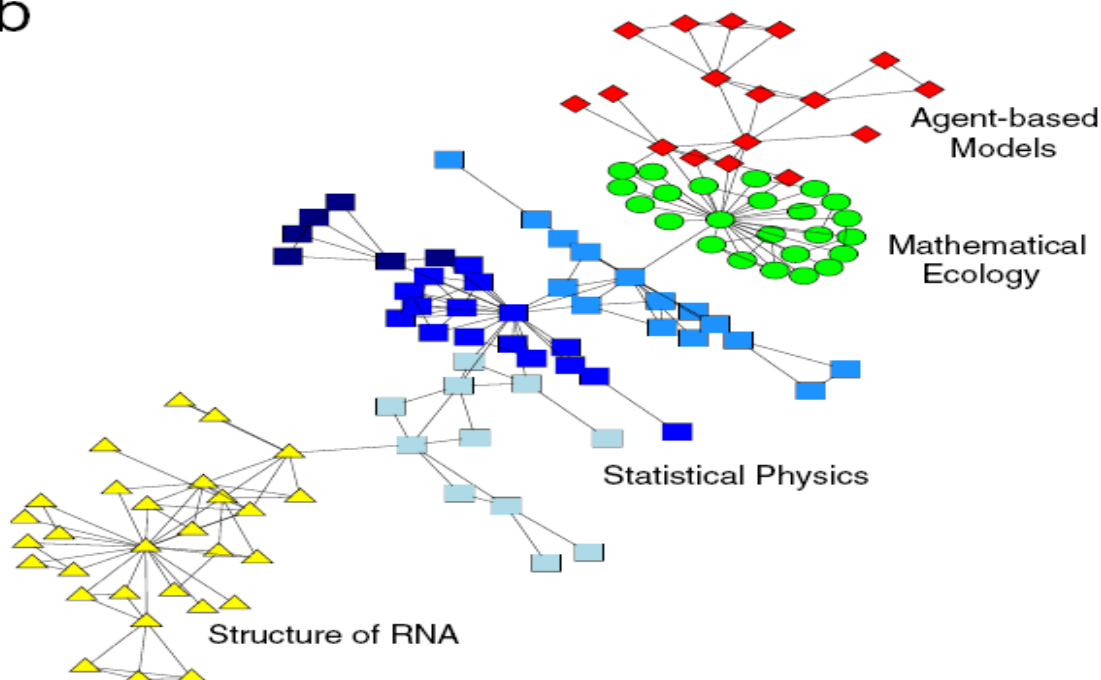
شبکه باشگاه کاراته				
	گره	یال	میانگین طول مسیر	توزیع ضریب خوشه‌بندی
	۳۴	۷۸	۲.۴۰۸	۰.۵۸۸
شبکه دولفین‌ها				
	گره	یال	میانگین طول مسیر	توزیع ضریب خوشه‌بندی
	۶۲	۱۵۹	۳.۳۵۶۹	۰.۳۰۳
شبکه فوتبال آمریکایی				
	گره	یال	میانگین طول مسیر	توزیع ضریب خوشه‌بندی
	۱۱۵	۶۱۶	۲.۵۰۸	۰.۴۰۳

source: Su, Wang, & Yu, ۲۰۱۴

شکل ۵، هم بزرگ‌ترین مؤلفه‌ی هم‌بند^۱ شبکه‌ای از همکاری‌های علمی در مؤسسه‌ی سانتافه (SFI) را نشان می‌دهد. این شبکه شامل ۱۱۸ گره است که نمایانگر دانشمندان مقیم SFI و همکاران آن‌ها هستند. یال‌ها بین دانشمندانی قرار گرفته که حداقل یک مقاله با هم منتشر کرده‌اند. نحوه‌ی ترسیم گراف به گونه‌ای است که می‌توان گروه‌های علمی-تخصصی مختلف را از هم تشخیص داد. در این شبکه، خوشه‌های زیادی دیده می‌شود، چراکه نویسندگان یک مقاله همه به یکدیگر متصل هستند. با این حال، بین اغلب گروه‌ها تعداد کمی ارتباط وجود دارد.

شکل (۵): بزرگ‌ترین مؤلفه‌ی هم‌بند^۲ شبکه‌ای از همکاری‌های علمی در مؤسسه‌ی سانتافه

b



۲-۶-۱ اجتماع یابی در تحلیل شبکه تجارت و زنجیره ارزش جهانی

یافته‌های پیکاردی و همکاران (۲۰۱۷) در قالب اجتماع یابی در حوزه شبکه تجارت جهانی، به ادبیات جدیدی که نقش زنجیره‌های ارزش جهانی را در همگرایی اقتصادی بین کشورها بررسی می‌کند، کمک می‌کند؛ به این صورت که نشان می‌دهد زنجیره‌های ارزش جهانی به‌عنوان جوامع خودپدیدار^۳ در سیستم تولید جهانی ظاهر می‌شوند و اینکه دیدگاه‌های مختلف، الگوهای متفاوتی از

^۱ connected component

^۲ connected component

^۳ endogenously emerging

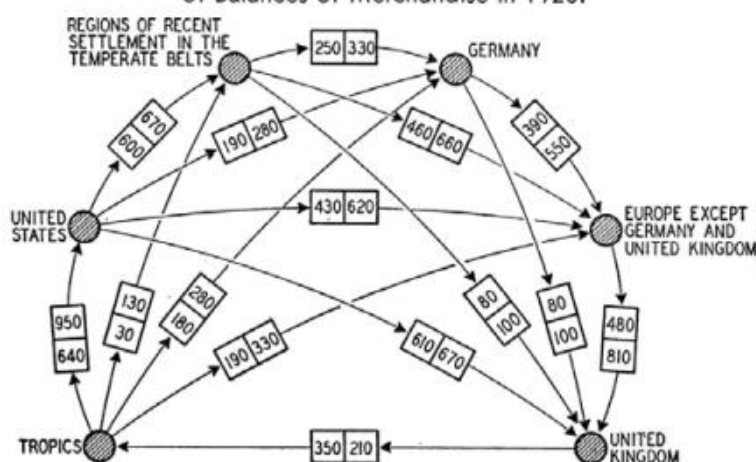
همگرایی را نشان می‌دهند. تحلیل شبکه‌های اقتصادی، به ویژه شبکه تجارت جهانی و زنجیره ارزش جهانی، به دلیل پیچیدگی‌های گسترده این روابط و تعاملات، نیازمند روش‌های پیشرفته‌ای مانند تحلیل شبکه‌های پیچیده، استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، و تکنیک‌های اجتماع‌یابی است که بتوانند ساختارهای مخفی، وابستگی‌های متقابل و الگوهای همکاری را بهتر آشکار کنند. یکی از روش‌های مفید برای تحلیل این شبکه‌ها، روش اجتماع‌یابی است، زیرا این روش به طور خاص قادر است خوشه‌ها و ارتباطات پنهان در شبکه را شناسایی کند، که این ویژگی برای تحلیل شبکه‌های پیچیده اقتصادی و کشف الگوهای همکاری و وابستگی بسیار مفید است. این روش قادر است گروه‌هایی از عناصر شبکه مانند کشورها، صنایع، یا شرکت‌ها را که به طور منسجم با یکدیگر در ارتباط هستند، شناسایی کند و ساختارهای پنهانی مانند خوشه‌های همکار، وابستگی‌های متقابل و روابط مخفی میان آن‌ها را به خوبی نمایان سازد.

روش اجتماع‌یابی امکان شناسایی خوشه‌هایی از کشورها، صنایع، یا شرکت‌ها را که به طور قوی‌تری با یکدیگر در تعامل هستند، فراهم می‌کند. در شبکه تجارت جهانی، این خوشه‌ها می‌توانند نشان‌دهنده گروه‌هایی از کشورها باشند که به طور منطقه‌ای یا در سطح جهانی با هم ارتباطات تجاری قوی دارند. اجتماع‌یابی به شناسایی ساختارهای درونی شبکه و تحلیل ارتباطات محلی کمک می‌کند. در زنجیره ارزش جهانی، کشورها و صنایع ممکن است به صورت خوشه‌ای سازمان‌دهی شوند که تعاملات داخلی بیشتری نسبت به ارتباطات خارجی دارند. این خوشه‌ها ممکن است به دلیل همکاری‌های اقتصادی، فرهنگی، یا نزدیکی جغرافیایی شکل گرفته باشند. برای مثال، کشورهایی که در یک منطقه جغرافیایی خاص قرار دارند و روابط تجاری قوی با یکدیگر دارند، می‌توانند یک خوشه تشکیل دهند. شناسایی این خوشه‌ها به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا سیاست‌های منطقه‌ای مناسب‌تری تدوین کنند و به شرکت‌ها اجازه می‌دهد که استراتژی‌های خود را برای بهبود روابط تجاری و زنجیره تأمین بهینه‌سازی کنند. به همین خاطر شبکه تجارت جهانی تجارت بین‌المللی را می‌توان به عنوان چیزی فراتر از یک تبادل ساده کالا بین کشورها در نظر گرفت. این تبادل‌ها در واقع یک شبکه پیچیده از وابستگی‌های متقابل ایجاد می‌کنند که کشورها را به صورت پیچیده‌ای به هم مرتبط می‌کند. دیدگاه شبکه‌ای نسبت به تجارت بین‌المللی، درک عمیق‌تری از چگونگی این روابط تجاری ارائه می‌دهد و الگوهای تعاملاتی را که در مدل‌های سنتی تجارت مشخص نیستند، آشکار می‌سازد. همانطور که گفته شد در یک شبکه، گره‌ها نمایانگر کشورها و یال‌ها نشان‌دهنده جریان‌های تجاری بین آن‌ها هستند. این جریان‌ها می‌توانند جهت‌دار باشند (مثلاً از کشور صادرکننده به کشور واردکننده) و بر اساس حجم یا اهمیت تجارت وزن‌دار شوند. این رویکرد به ما اجازه می‌دهد تا نه تنها بر روی کشورها به صورت فردی تمرکز کنیم، بلکه ساختار کل سیستم تجارت جهانی را بررسی کنیم. کشورها به صورت موجودات جداگانه عمل نمی‌کنند؛ روابط تجاری آن‌ها با سایر کشورها می‌تواند به شدت موقعیت اقتصادی خود و کل شبکه را تحت تأثیر قرار دهد.

این دیدگاه شبکه‌ای از تجارت بین‌المللی از دهه ۱۹۴۰، به‌ویژه در کارهای هیلگرت^۱، مورد توجه قرار گرفته است. در آن زمان، تجارت بین‌المللی به‌عنوان یک شبکه توصیف می‌شد که نمی‌توان بدون ایجاد اختلال، آن را از هم گسست. کشورها عمیقاً به یکدیگر وابسته‌اند و این ارتباطات یک ساختار ایجاد می‌کنند که توضیح می‌دهد چرا شوک‌های اقتصادی یا اختلالات در زنجیره تأمین به سرعت در سراسر شبکه پخش می‌شوند. این تصویر نسخه اصلاحی و بازترسیم شده از کتاب انتشاریافته در سال ۱۹۴۲ تحت عنوان شبکه تجارت جهانی است. هدف از آن مطالعه توصیف الگوی شبکه تجارت جهانی قبل از جنگ جهانی دوم بود.^۲

شکل (۶): تصویرسازی شبکه‌ای از تجارت

The System of Multilateral Trade, as Reflected by the Orientation of Balances of Merchandise in 1928.



Source: De Benedictis & Tajoli, ۲۰۰۹

منفعت نمایش شبکه جریان تجاری در تاکید بر روابط میان کشورها در شبکه و ساختار یا ویژگی‌های سیستم‌های اقتصادی است. تحلیل شبکه در تجارت بین‌المللی از مفاهیم نظریه گراف و تحلیل شبکه‌های اجتماعی بهره می‌برد. این روش، تمرکز را از جریان‌های تجاری فردی به ساختار و روابط درون شبکه منتقل می‌کند و بینش‌های ارزشمندی در مورد چگونگی تعامل کشورها در سیستم تجارت جهانی ارائه می‌دهد. این تغییر رویکرد همچنین مکملی برای مدل‌های سنتی اقتصادی مانند مدل جاذبه تجارت^۳ است که حجم تجارت بین دو کشور را بر اساس اندازه اقتصادی و فاصله آن‌ها تخمین می‌زند. ادغام تحلیل شبکه در این مدل‌ها، درکی دقیق‌تر از تأثیر موقعیت کشورها در شبکه بر جریان‌های تجاری فراهم می‌کند. تحلیل شبکه همچنین امکان بررسی اثرات سیستماتیک مانند چگونگی تأثیر اختلالات در یک بخش از شبکه بر کل سیستم را فراهم می‌کند. وقتی هزینه‌های تجارت به دلیل تعرفه‌ها یا مسائل لجستیکی تغییر می‌کند، ساختار شبکه می‌تواند تغییر کند و نه تنها روابط تجاری دوجانبه بلکه الگوی جهانی

^۱ Hilgerdt

^۲ De Benedictis & Tajoli, ۲۰۰۹

^۳ Gravity Model

تجارت را تغییر دهد. این دیدگاه ساختاری همچنین به توضیح این مسئله کمک می‌کند که چرا برخی کشورها نقش‌های مرکزی‌تری در شبکه ایفا می‌کنند و به‌عنوان مراکز اصلی ارتباطی عمل می‌کنند، در حالی که سایر کشورها در حاشیه باقی می‌مانند. شبکه تجارت جهانی چندین ویژگی کلیدی دارد که پیچیدگی و تنوع تجارت بین‌المللی را منعکس می‌کند که به شرح زیر است^۱: یکی از برجسته‌ترین ویژگی‌های شبکه تجارت جهانی، ساختار مقیاس-آزاد^۲ آن است؛ به این معنی که تعداد کمی از کشورها بخش عمده‌ای از جریان‌های تجاری جهان را در دست دارند، در حالی که اکثر کشورها روابط تجاری کمتری دارند. این امر یک توزیع نابرابر از تجارت ایجاد می‌کند، جایی که برخی کشورها به‌عنوان مراکز اصلی، بسیاری از کشورها را به هم متصل می‌کنند و در حالی که بسیاری از کشورها کمتر به سایرین مرتبط‌اند.

ویژگی مهم دیگر شبکه تجارت جهانی، ساختار دنیای کوچک^۳ آن است، به این معنا که با وجود تعداد زیاد کشورها در شبکه، فاصله متوسط بین هر دو کشور نسبتاً کوتاه است. این ویژگی، خاصیت شبکه‌های کارآمد است که به انتشار سریع شوک‌های اقتصادی و نوآوری‌ها کمک می‌کند. برای مثال، یک بحران مالی در یک کشور مرکزی می‌تواند به سرعت بر شرکای تجاری آن تأثیر بگذارد و در سراسر شبکه پخش شود و حتی اقتصادهای دور دست را تحت تأثیر قرار دهد.

شبکه تجارت جهانی همچنین دارای ضریب خوشه‌بندی بالا است. این امر نشان‌دهنده احتمال بالای تجارت بین شرکای تجاری یک کشور است. این ویژگی نشان‌دهنده بلوک‌های تجاری منطقه‌ای یا توافق‌نامه‌های تجاری است که در آن کشورها در یک منطقه خاص جغرافیایی یا اقتصادی بیشتر با یکدیگر تجارت می‌کنند.

توزیع درجات شبکه تجارت جهانی یکی دیگر از ویژگی‌های مهم است. کشورهایی که درجه بالایی دارند با کشورهای زیادی تجارت می‌کنند، در حالی که آن‌هایی که درجه پایینی دارند، روابط تجاری کمتری دارند. با این حال، شبکه تجارت جهانی ناهمگون است، به این معنا که کشورهایی که شرکای تجاری زیادی دارند، تمایل دارند با کشورهایی که شرکای کمتری دارند، مرتبط باشند. این امر نشان‌دهنده ساختار سلسله‌مراتبی است که در آن تعداد کمی از کشورهای بزرگ و توسعه‌یافته، تجارت را با کشورهای کوچک‌تر و کمتر مرتبط هدایت می‌کنند.

یکی از جنبه‌های پویای شبکه تجارت جهانی، تمایز بین حاشیه فشرده و حاشیه گسترده تجارت است. حاشیه فشرده به رشد حجم تجارت بین کشورهایی که قبلاً تجارت می‌کردند اشاره دارد، در حالی که حاشیه گسترده به ایجاد روابط تجاری جدید بین کشورهایی که قبلاً با یکدیگر تجارت نداشتند، اشاره می‌کند. در چند دهه گذشته، رشد تجارت جهانی عمدتاً توسط حاشیه فشرده هدایت شده است، به این معنی که روابط تجاری موجود تقویت شده‌اند تا اینکه روابط جدیدی شکل بگیرد. با این حال، تغییرات در سیاست‌های تجاری، مانند کاهش موانع تجاری، می‌تواند حاشیه گسترده را افزایش دهد و کشورها را به تنوع بخشیدن به شرکای

^۱ De Benedictis & Tajoli, ۲۰۰۹

^۲ Scale-free nature

^۳ Small-World Structure

تجاری خود تشویق کند. ویژگی پویای دیگر، تمرکززدایی شبکه تجارت جهانی است که در طول زمان تغییر کرده است. در دهه‌های اولیه جهانی سازی، تجارت به شدت متمرکز بود و تعداد کمی از کشورهای غالب در مرکز شبکه قرار داشتند. با گذشت زمان و با کاهش موانع تجاری و ادغام اقتصادهای نوظهور، شبکه تجارت جهانی کمتر متمرکز شده و کشورهای بیشتری در تجارت جهانی نقش فعال‌تری ایفا می‌کنند.

یکی دیگر از ویژگی‌های شبکه تجارت جهانی، برخورداری از ویژگی منطقه‌گرایی است. با وجود ماهیت جهانی تجارت، کشورها تمایل دارند بیشتر درون مناطق خود تجارت کنند تا با کشورهای دوردست. این امر تا حدی به دلیل نزدیکی جغرافیایی است که هزینه‌های حمل‌ونقل را کاهش می‌دهد، اما همچنین نشان‌دهنده توافق‌نامه‌های تجاری منطقه‌ای مانند توافق‌نامه تجارت آزاد آمریکای شمالی یا بازار واحد اتحادیه اروپا است. اگرچه تجارت بین منطقه‌ای در طول زمان افزایش یافته و تجارت درون منطقه‌ای به ویژه در اروپا و آسیا همچنان ویژگی غالب شبکه تجارت جهانی است.

۷- فرایند به کارگیری الگوریتم اجتماع‌یابی مبتنی بر جدول داده-ستانده بین کشوری

فرایند انجام این مطالعه بر مبنای جدول داده-ستانده بین کشوری و روش پیکاردی و همکاران (۲۰۱۸) شامل چندین گام به شرح زیر است:

گام ۱ - آماده‌سازی داده‌ها و ساخت زنجیره مارکوف

۱. تهیه شبکه یا ماتریس ارتباطات (در این مطالعه از داده‌های جدول داده-ستانده بین‌المللی استفاده می‌شود).
۲. تبدیل داده‌ها به ماتریس گذار مارکوف^۱ که احتمال حرکت از یک گره به گره دیگر را نشان می‌دهد.
۳. اگر شبکه اولیه «مارکوف جذب‌شونده» باشد، آن را به مارکوف یکنواخت^۲ تبدیل می‌کنند تا تحلیل اجتماع‌ها ممکن شود.

الف. حذف حالت‌های جذب‌شونده زنجیره مارکوف

پیکاردی و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه خود، صنایع را به عنوان حالت‌های ناپایدار و سهم ارزش افزوده و تقاضای نهایی را به عنوان حالت‌های جذب‌شونده در نظر گرفتند. طبق این پژوهش، دو راه برای حذف حالت‌های جذب‌شونده مطرح است. راه اول مبتنی بر چشم‌پوشی و حذف سهم ارزش افزوده و تقاضای نهایی طرح شده است. راه دوم به درون‌زایی ارزش افزوده و تقاضای نهایی با معرفی صنعت یا فعالیتی تحت عنوان سرپرست معرفی شده است.

این پژوهش از راه اول برای اجرای روش استفاده کرده است. در انتخاب این راه، چند دلیل می‌توان طرح کرد. دلیل اول، ساده‌سازی مدل و تحلیل مبتنی بر پویایی روابط بین بخشی است؛ زیرا با این کار بدون اینکه عواملی چون تقاضای خانوار یا نوسانات بازار کار دچار اختلال شوند، می‌توانیم به تحلیلی از وابستگی‌های زنجیره تامین یا گلوگاه‌های مبادلاتی فعالیت‌ها دست

^۱ Transition Matrix

^۲ Uniform Markov Chain

پیدا کنیم. استفاده از این راه به معنای اجتناب از پیچیدگی بیشتر روش است. با توجه به اینکه بنا داریم به نحوی به وابستگی فعالیت‌ها به یکدیگر در امر تولید و تجارت محصولات واسطه‌ای در راستای تامین نیازهای تولید و زنجیره تامین پردازیم، این روش می‌تواند تصویر مناسب‌تری نسبت به دیگری ارائه دهد. با عنایت به این نکته و ناظر به پایگاه داده انتخابی، تمرکز بر ناحیه نخست داده-ستانده بین کشوری، ماتریس مبادله‌های واسطه‌ای درون و برون کشوری است.

در این مطالعه یک چارچوب سنتی بین‌المللی داده-ستانده را با $s=1,2,\dots,G$ کشور و $r=1,2,3,\dots,G$ کشور شریک و $i=1,2,\dots,N$ بخش در نظر خواهیم گرفت. که Z ماتریس نهاده‌های واسطه‌ای با ابعاد $(GN * GN)$ ، Y ماتریس تقاضای نهایی $(GN * G)$ ، VA ماتریس ارزش افزوده $(1 * GN)$ و X ماتریس ستانده $(GN * 1)$ است. مدل تقاضای استاندارد لئونتیف، می‌تواند به صورت زیر بیان شود:

$$AX + Y = X, A = \frac{Z}{X}$$

که رابطه بین تولید و تقاضای نهایی به صورت زیر می‌باشد:

$$X = (I - A)^{-1} Y = LY \quad (1)$$

ماتریس معکوس جهانی لئونتیف L ، نشان‌دهنده افزایش تولید X ناشی از افزایش تقاضای نهایی Y است. هر عنصر L_{sr} نشان‌دهنده تلاش تولید کشورها برای برآوردن افزایش همزمان یک واحد در تقاضای نهایی همه بخش‌ها در کشور r است. ارزش افزوده VA همچنین می‌تواند به عنوان نسبت برداری V از ستانده یعنی $V=VA/X$ در نظر گرفته شود. بنابراین ماتریس مبادله Z را با ابعاد $(GN * GN)$ برآمده از جدول داده-ستانده با n صنعت یا فعالیت و G کشور در نظر می‌گیریم:

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & \dots & Z_{1s} & \dots & Z_{1G} \\ Z_{21} & Z_{22} & \dots & Z_{2s} & \dots & Z_{2G} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{G1} & Z_{G2} & \dots & Z_{Gs} & \dots & Z_{GG} \end{bmatrix}$$

که Z_{ij} بده‌ستان و تبادل میان صنعت i (یا فعالیت) و صنعت j (یا فعالیت) ز در کشورهای مختلف را نشان می‌دهد.

ب. نرمال‌سازی داده‌های ماتریس مبادلات و دستیابی به ماتریس گذار

زنجیره مارکوف یکنواخت دارای ویژگی‌های مختلف و خاصی است. یکی از ویژگی‌های زنجیره مارکوف این است که جمع هر ردیف از ماتریس گذار با ۱ برابر باشد؛ این بدین معناست که باید زنجیره مارکوف سطری-تصادفی باشد. نرمال‌سازی ماتریس این ضمانت را می‌دهد که این خصیصه حفظ و رعایت شود. همچنین نرمال‌سازی موجب می‌شود که دیگر پیمایش‌گر تصادفی بدون قرارگیری در حالت‌های جذب‌شونده مسیر خود را طی کند. نکته مهم در این باب دستیابی به ماتریس گذار با اجرای نرمال‌سازی است. به ازای هر صنعت یا فعالیت i ، مجموع ستانده‌ها به عنوان کل مبادله‌های سرتاسر صنایع و فعالیت‌ها را بدین صورت در نظر می‌گیریم:

$$x_i = \sum_{j=1}^n Z_{ij}$$

با این کار بردار x ایجاد می‌شود:

$$x = \begin{bmatrix} x_{1G} \\ \vdots \\ x_{NG} \end{bmatrix}$$

جهت ساخت ماتریس گذار، باید هر کدام از اجزای Z بر پایه کل ستانده هر ردیف نرمال سازی شود. با این کار، ماتریس هنجار شده P که درواقع ماتریس گذار است، ایجاد می‌شود:

$$P = Z \cdot x^{-1}$$

که x^{-1} ماتریس قطری است که اجزای آن معکوس کل ستانده به ازای هر صنعت در هر کشور است:

$$x^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{1}{x_{1G}} & 0 & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \frac{1}{x_{GG}} \end{bmatrix}$$

با نرمال سازی، شکل ماتریسی P بدین صورت خواهد بود:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & \dots & P_{1G} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{G1} & \dots & P_{GG} \end{bmatrix}$$

ج. ساخت ماتریس الحاقی یا مجاورت^۱

شرط لازم ساخت ماتریس مجاورت، تعریف آستانه است. به همین خاطر برای اجرای این کار باید آستانه را معین کرد. شکل ماتریسی این امر بدین صورت است:

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & \dots & A_{1G} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{G1} & \dots & A_{GG} \end{bmatrix}$$

مشروط بر آنکه:

$$A_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } P_{ij} \geq \tau \\ 0 & \text{if } P_{ij} < \tau \end{cases}$$

اگر $A_{ij} = 1$ ؛ آنگاه یال جهت‌دار از صنعت i به صنعت j وجود دارد. اگر $A_{ij} = 0$ ؛ آنگاه یال جهت‌داری میان صنعت i و صنعت j وجود ندارد.

د. ساخت ماتریس مجاورت غیر صفر

ساخت ماتریس مجاورت غیر صفر با هدف نمایش بهتر ماتریس مجاورت، به نحوی که تنها عناصر غیر صفر و موقعیت‌های آن‌ها ذخیره شوند، در نظر گرفته شده است. به بیان دیگر، به جای ذخیره کردن تمامی عناصر صرفاً تمرکز بر عناصر مذکور است. کارکرد ماتریس خلوت در بیان اتصال میان گره‌ها در شبکه‌های بزرگ، مهم‌ترین خصیصه‌ای است که به آن در راستای اجرای کار توجه شده است. یکی از راه‌های متداول ساخت این ماتریس، استفاده ردیف مجاورت غیر صفر فشرده^۲ است. این شیوه بیان

^۱ Adjacency Matrix

^۲ Compressed Sparse Row

یک ماتریس مجاورت غیرصفر، از یک بردار سه بعدی استفاده می‌کند. در این فرمت، هر درایه غیر صفر، شماره ردیف و ستون ماتریس، به همراه مقدار درایه، ثبت و هر سطر، یک سه‌تایی مرتب تشکیل می‌دهد.

گام ۲ - محاسبه ماتریس فاصله و خوشه‌بندی اولیه

۴. محاسبه ماتریس فاصله بین گره‌ها بر اساس احتمال گذار.

۵. اجرای خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی^۱ روی ماتریس فاصله.

۶. تولید دندروگرام که ساختار سلسله‌مراتبی اجتماع‌ها را نمایش می‌دهد.

گام ۳ - تعیین آستانه برش دندروگرام (T)

۷. آزمایش مقادیر مختلف آستانه T برای برش دندروگرام.

۸. برای هر T، تعداد اجتماع‌ها و کیفیت خوشه‌بندی را با شاخص کوفتیک^۲ و گاهی Modularity محاسبه می‌کنند.

۹. انتخاب مقدار T که بهترین تعادل بین CCC و تعداد اجتماع‌ها را ایجاد کند.

گام ۴ - محاسبه پایداری اجتماع‌ها

۱۰. برای هر تقسیم‌بندی به‌دست آمده، ماتریس مارکوف تجمیع شده^۳ ساخته می‌شود.

۱۱. از این ماتریس، پایداری اجتماع‌ها^۴ استخراج می‌شود؛ یعنی احتمال اینکه یک حرکت مارکوفی در همان اجتماع باقی بماند.

گام ۵ - انتخاب سطح آلفا (α)

α (آلفا) به‌عنوان پارامتر آستانه کیفیت اجتماع‌ها تعریف شده که بر پایه‌ی پایداری اجتماع‌ها عمل می‌کند.

۱۲. تعیین پارامتر آستانه کیفیت α بر اساس اهمیت مدنظر تحلیلگر:

- $\alpha = 0,5$ اجتماع در “معنای ضعیف”.
- $\alpha > 0,5$ شرط سخت‌گیرانه‌تر، اجتماع‌ها باید انسجام بیشتری داشته باشند.

^۱ Hierarchical Clustering

^۲ Cophenetic Correlation Coefficient (CCC).

CCC همبستگی بین فاصله‌های اصلی بین جفت‌نقاط در داده، و فاصله‌های کوفتیک (Cophenetic Distances) که از روی دندروگرام به‌دست می‌آیند را اندازه‌گیری می‌کند. به زبان ساده، می‌گویید دندروگرام ساخته شده تا چه حد ساختار واقعی فاصله‌ها در داده را بازتاب می‌دهد. نزدیک به ۱ دندروگرام بازتاب بسیار خوبی از فاصله‌های اصلی داده است (خوشه‌بندی دقیق و قابل اعتماد). حدود ۰.۷ یا بالاتر معمولاً نشان‌دهنده خوشه‌بندی مناسب است. کمتر از ۰.۵ دندروگرام تطابق ضعیفی با ساختار واقعی داده دارد، کیفیت خوشه‌بندی پایین است. مقدار T که بالاترین CCC را دارد به‌عنوان گزینه اصلی برای ادامه فرآیند اجتماع‌یابی انتخاب می‌شود، چون ساختار اجتماع‌ها در آن بیشترین انطباق را با داده واقعی دارد.

^۳ Lumped Markov Matrix

^۴ Persistence Probabilities

گام ۶ - انتخاب تعداد اجتماع بهینه

۱۳. فقط تقسیم‌بندی‌هایی که در آن‌ها همه اجتماع‌ها شرط پایداری اجتماع بزرگتر از آلفا را دارند، معتبر شناخته می‌شوند.
۱۴. تعداد اجتماع‌ها q را تا جایی افزایش می‌دهند که هنوز همه اجتماع‌ها این شرط را داشته باشند.
۱۵. اولین افت شدید در مقادیر شرط پایداری اجتماع نشانه شکستن یک اجتماع واقعی است؛ تعداد اجتماع‌ها قبل از این افت، به عنوان تعداد بهینه انتخاب می‌شود.

گام ۷ - خروجی نهایی

۱۶. ارائه لیست اجتماع‌ها، اعضای هر اجتماع، و شاخص‌های کیفیت (ضریب همبستگی کوفتیک، احتمال پایداری) برای تحلیل و تفسیر نهایی.

۸- جمع‌بندی

مطالب این فصل نشان می‌دهد که تحلیل شبکه‌ای و روش‌های اجتماع‌یابی، ابزارهایی قدرتمند برای درک ساختارهای پنهان در سیستم‌های اقتصادی به‌ویژه شبکه تجارت بین‌الملل و زنجیره‌های ارزش جهانی فراهم می‌کنند. در ابتدا، مفاهیم نظری پایه در مورد شبکه‌ها، گره‌ها، پیوندها و اجتماعات معرفی شدند. در این زمینه با دسته‌بندی دقیق انواع تعاریف مربوط به اجتماع (محلی، جهانی، مبتنی بر شباهت و تقسیم‌بندی) و همچنین معرفی توابع کیفیت مانند ماژولاریتی، چارچوبی نظری برای ورود به فضای تحلیلی فراهم می‌شود. تحلیل پیچیدگی محاسباتی و تفاوت‌های میان الگوریتم‌های اجتماع‌یابی (اعم از جوامع هم‌پوشان و غیرهم‌پوشان) نه تنها اهمیت انتخاب روش مناسب را برجسته می‌کند، بلکه نشان می‌دهد در شبکه‌هایی مانند تجارت جهانی، درک چندوجهی بودن روابط میان کشورها و فعالیت‌ها نیازمند ابزارهای پیشرفته است. به‌ویژه اینکه در بسیاری از موارد، کشورها در بیش از یک اجتماع تجاری یا منطقه‌ای مشارکت دارند که تنها با روش‌های اجتماع‌یابی قابل شناسایی است.

یکی از نقاط قوت علمی پژوهش‌های مبتنی بر داده -ستانده، تلفیق چارچوب نظری اجتماع‌یابی با روش مدل‌سازی شبکه‌ای مبتنی بر زنجیره‌های مارکوف است. در این بخش، سیستم‌های داده -ستانده باز و بسته به ترتیب به صورت زنجیره‌های مارکوف جذب‌شونده و متعارف بازنمایی شده‌اند که امکان تحلیل دینامیک جریان‌های اقتصادی و مسیرهای تجاری را درون شبکه فراهم می‌سازد. بر این اساس، از طریق اجتماع‌یابی بر روی زنجیره‌های مارکوف تجمیع‌شده، ساختارهای منسجم در شبکه تجارت شناسایی شده‌اند که بر اساس روابط تجاری و نقش آن‌ها در زنجیره ارزش جهانی تعریف می‌شوند. از منظر کاربردی، بخش مربوط به روش مطالعه کاربرد الگوریتم‌ها بر روی جدول داده -ستانده بین‌کشوری، عملاً توان محاسباتی و بدنبال آن توان تحلیلی این روش‌ها را در اجتماع‌یابی زوج کشور/ فعالیت اقتصادی به نمایش می‌گذارد. اجرای این بخش به‌ویژه برای تحلیل سیاست‌گذاری اقتصادی در سطح کلان (مانند هم‌گرایی یا واگرایی منطقه‌ای) بسیار مفید است. در نهایت، این گزارش ترکیبی از

تحلیل نظری دقیق، روش‌شناسی مبتنی بر ریاضیات کاربردی و اقتصاد، و بهره‌گیری از داده‌های واقعی را در قالب یک چارچوب نوین ارائه می‌دهد که می‌تواند مبنایی علمی برای تحلیل ساختاری و استراتژیک در مطالعات تجارت جهانی و زنجیره ارزش باشد.

فصل ۲

پایه های آماری پژوهش

۱- مقدمه

در فصل «پایه‌های آماری پژوهش»، تمرکز اصلی بر معرفی و تشریح بنیان‌های داده‌ای و آماری است که برای تحلیل شبکه تجارت جهانی در قالب اجتماع یابی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در مطالعات مرتبط با اقتصاد جهانی، دسترسی به داده‌های هماهنگ، دقیق، و بین‌المللی یکی از ارکان اساسی برای انجام تحلیل‌های منسجم و مقایسه‌پذیر است. بدون وجود زیرساخت‌های آماری قوی، هرگونه نتیجه‌گیری در سطح کلان دچار تردیدهای بنیادین خواهد بود. از همین رو، در این فصل به معرفی دو جدول داده-ستانده بین‌کشوری مربوط به سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰ پرداخته شده که شالوده اصلی تحلیل‌های بعدی پژوهش را تشکیل می‌دهند.

در پژوهش حاضر برای تحلیل موقعیت ایران در اجتماع یابی، به جدول داده-ستانده بین‌کشوری سال ۲۰۱۶ مراجعه شده است که در آن ایران به صورت اختصاصی با حمایت مرکز پژوهش‌های اتاق ایران به آن اضافه شده است. لذا در بخش دوم فصل، جدول سال ۲۰۱۶ با اضافه‌شدن ایران به عنوان پایگاه داده مکمل معرفی شده است. این جدول امکان تحلیل ساختار تجاری و تولیدی ایران در تعامل با سایر کشورها را فراهم می‌سازد و اطلاعاتی در مورد صادرات، واردات، ارزش افزوده، و جریان‌های واسطه‌ای را در اختیار قرار می‌دهد. در این بخش همچنین برخی مشخصات کلیدی جدول ۲۰۱۶، از جمله تعداد کشورها، طبقه‌بندی فعالیت‌ها، روش‌های تلفیق داده‌های ملی ایران با ICIO، و ویژگی‌های آماری داده‌های ایران شرح داده شده است.

در ادامه، جدول داده-ستانده بین‌کشوری سال ۲۰۲۰ به عنوان آخرین نسخه رسمی منتشرشده توسط OECD معرفی می‌شود. این جدول حاصل تلاش‌های گسترده برای هماهنگ‌سازی آمارهای ملی کشورها با چارچوب‌های نظام حساب‌های ملی (SNA) است و به واسطه پوشش دقیق کشورها و فعالیت‌ها، قابلیت رهگیری جریان‌های ارزش و تجارت جهانی را در سطوح بالا فراهم می‌آورد. از آنجا که تدوین چنین جدول جامعی مستلزم گردآوری آمارهای چندگانه و اعمال قیدهای سازگار است، بخش مستقلی از فصل به فرآیند تدوین این جدول در هماهنگی با SNA اختصاص یافته است. این فرآیند نه تنها مبنای ساخت جدول نهایی را فراهم می‌کند، بلکه امکان ارزیابی سازگاری داده‌های ملی با الزامات تحلیل بین‌المللی را نیز فراهم می‌سازد. در ادامه، به مهم‌ترین ویژگی‌های جدول ۲۰۲۰ اشاره می‌شود. این ویژگی‌ها شامل تعداد کشورها، طبقه‌بندی فعالیت‌ها، نحوه محاسبه صادرات نهایی و واسطه‌ای، و همچنین روش‌های برآورد جریان‌های فرامرزی ارزش است. جدول سال ۲۰۲۰ به دلیل روزآمد بودن، برای ارزیابی تحولات جدید در ساختار زنجیره‌های جهانی و بررسی اثرگذاری بحران‌های نوظهور (همچون همه‌گیری کرونا یا تنش‌های ژئوپلیتیکی) اهمیت بسزایی دارد.

در نهایت، فصل با جمع‌بندی نکات کلیدی هر دو جدول، نقاط قوت و محدودیت‌های آن‌ها، و کاربرد آن‌ها در ادامه پژوهش به پایان می‌رسد. این فصل با هدف ارائه بنیان آماری پژوهش تدوین شده و نقش آن در اعتبار علمی تحلیل‌های بعدی بسیار حیاتی است.

ستانده (WIOD)^۱ و پروژه EXIOBASE^۲ به کار گرفته شده است. در طول تقریباً بیست سال گذشته، کیفیت و دسترسی به آمار ملی که مبنایی برای ساخت جداول ICIO یا MRIO و به‌ویژه تهیه سری‌های زمانی جداول عرضه و مصرف است، بسیار بهبود یافته است. دسترسی به منابع محاسباتی مناسب نیز افزایش یافته، که پژوهشگران بیشتری را قادر ساخته تا حجم بالاتری از داده و ماتریس‌های بزرگ‌تر (با کشورها و صنایع بیشتر) را برای تحلیل زنجیره‌های ارزش جهانی تولید و مدیریت کنند. مراحل و منابع لازم برای ساخت جداول داده-ستانده بین کشور سازمان OECD به شرح زیر اعلام شده است:

- ساخت ICIO مستلزم آشنایی با آمار حساب‌های ملی است، به‌ویژه بخش‌های هزینه، تولید و درآمد، و انواع ارزش‌گذاری مانند قیمت پایه، تولیدکننده و خریدار^۳.
- آشنایی با ساختار جداول عرضه و کاربرد (SUTs) و داده-ستانده (IOTs) توسط آمار ملی ضروری است.
- همچنین درک تراز پرداخت‌ها (BoP) به‌ویژه تجارت خدمات و تجارت دوجانبه کالاها (مثلاً در داده‌های UN Comtrade) یکی دیگر از پیش‌نیازهاست.

روش ایجاد جداول ICIO مبتنی بر روش‌های چندمرحله‌ای تعادل تجاری است که در پایگاه‌های داده جهانی داده-ستانده قبلی نیز استفاده شده‌اند.^۴ این روش شامل گام‌های اضافی برای تراز تجارت فرامرزی و خرید مستقیم غیرمقیمان خارجی (جهانگردان و دانشجویان) در چارچوب حساب‌های ملی می‌شود، زیرا آمار گزارش‌شده تجارت دوجانبه و آمار ملی SUT و IOT لزوماً با چارچوب حساب‌های ملی هماهنگ نیستند. ویژگی برجسته این متدولوژی، اندازه‌گیری مستقیم هزینه کرد غیرمقیمان (خدمات به گردشگرها یا دانشجویان خارجی)، برای مثال کشورهای وابسته به گردشگری مانند یونان و تایلند؛ در حساب‌های اقماری گردشگری (TSA) و خدمات آموزشی برای دانشجویان خارجی که حدود ۱۵ درصد هزینه غیرمقیمان را در استرالیا در سال ۲۰۱۵ تشکیل داده‌اند.

ساختار هدف‌گذاری شده جدول در چهار عنصر کلیدی خلاصه می‌شود (براساس شکل نمونه ۳ کشور 2×2 فعالیت):

ماتریس Z: جریان‌های پولی واسطه‌ای داخلی و بین‌کشوری،

ماتریس Y: تولیدات پاسخ‌دهنده به تقاضای نهایی،

بردار X: تولید کل هر کشور و فعالیت،

بردار VA: ارزش افزوده تولیدشده توسط کشور و فعالیت.

^۱ www.rug.nl/ggdc/valuechain/wiod

^۲ www.exioibase.eu

^۳ for an overview see Lequiller and Blades, ۲۰۱۴

^۴ Wang et al., ۲۰۱۰, Tsigas et al., ۲۰۱۲, and Ahmad et al., ۲۰۱۳

مالیات خالص (منهای یارانه) از کالاها و خدمات جدا شده تا تخمین تقاضای واسطه‌ای و نهایی بر اساس قیمت‌های پایه صورت گیرد. همچنین، این جداول بر اساس چارچوب آماری رسمی کشورها برای متغیرهایی مانند GDP، تقاضای نهایی، صادرات، واردات، تولید و ارزش افزوده صنعتی تنظیم می‌شوند.

جدول (۲): شماتیک جدول ICIO

شرح		مبادلات واسطه‌ای						تقاضای نهایی			کل ستانده
		کشور (الف)		کشور (ب)		کشور (ج)		کشور (الف)	کشور (ب)	کشور (ج)	
		فعالیت (۱)	فعالیت (۲)	فعالیت (۱)	فعالیت (۲)	فعالیت (۱)	فعالیت (۲)				
کشور الف	فعالیت (۱)										ستانده کشور (الف)
	فعالیت (۲)										
کشور ب	فعالیت (۱)										ستانده کشور (ب)
	فعالیت (۲)										
کشور ج	فعالیت (۱)										ستانده کشور (ج)
	فعالیت (۲)										
مالیات منهای یارانه بر کالاها	کشور (الف)										*
	کشور (ب)										*
	کشور (ج)										*
ارزش افزوده به قیمت پایه:		ارزش افزوده کشور (الف)		ارزش افزوده کشور (ب)		ارزش افزوده کشور (ج)		* مالیات منهای یارانه بر کالاها کشورها			
ستانده در قیمت‌های پایه		ستانده کشور (الف)		ستانده کشور (ب)		ستانده کشور (ج)					

Source: Development of the OECD Inter Country Input-Output Database ۲۰۲۳

این سند چهار مرحله اصلی برای تدوین جداول ICIO را شرح می‌دهد (شکل ۷ نمودار جریان کلی توسعه ICIO را نشان می‌دهد).
مراحل به شرح زیر هستند:

شکل (۷): فرایند کلی تدوین جداول داده-ستانده بین‌کشوری (ICIO)



۲-۱- گردآوری آمار و تدوین قیدهای هماهنگ SNA

برای هر کشور، اطلاعات زیر از منابع ملی، منطقه‌ای یا بین‌المللی جمع‌آوری، اعتبارسنجی و پردازش می‌شوند: حساب‌های ملی (SNA)، جداول عرضه و مصرف (SUTs)، جداول داده-ستانده (IOTs)، تولید صنایع، ارزش افزوده، داده‌های مصرف خانوار (HC)، COICOP، تراز پرداخت‌ها، حساب‌های اقماری گردشگری (TSA)، آمار تجارت کالای دوجانبه (گمرکی)، و تجارت خدمات (TIS). جداول قیدی SNA برای سال‌های هدف ساخته شده و کمبودها با استفاده از منابع جایگزین برآورد می‌شوند. هدف، گردآوری داده برای بیش از ۱۹۰ کشور است، با اولویت برای کشورهای دارای داده منتشر شده. برآورد جریان متوازن تجارت شامل سه رویه کلیدی است:

- تراز صادرات و واردات کل کشورها در سطح جهانی؛
- تراز صادرات و واردات بر اساس صنعت و گروه‌های محصول (با چندین دور تنظیم اکتشافی برای همخوانی با تخمین‌های تولید) و
- تراز تجارت دوجانبه بین کشورها.

این روش امکان افزودن قیود تکمیلی را فراهم می‌کند تا از آمارهای رسمی حداکثر بهره‌برداری صورت گیرد و در نتیجه، مواردی مانند خرید مستقیم غیرمقیمان، محصولات وارداتی برای مصرف خارجی، صادرات مجدد و واردات مجدد در سطح محصول اصلاح و تعدیل شوند. رویکردی خاص و متفاوت در مقایسه با مطالعات موجود-.

۲-۱-۱- تخمین جداول هماهنگ عرضه و مصرف ملی

با استفاده از جداول ملی موجود، سری‌های زمانی SUTs (یا IOTs در صورت لزوم) در قیمت‌های پایه و جداول مصرف در قیمت خریدار، تحت قیدهای کلی و بخشی SNA تخمین زده می‌شوند. در صورت نبود جزئیات بخش‌بندی در یک کشور،

ساختار تولید میانگین سایر کشورها به عنوان مقدار اولیه استفاده می‌شود. برای پر کردن اطلاعات ناقص فقط از روش‌های برون‌یابی و درون‌یابی استفاده می‌شود.

تولید جداول داده-ستانده بین‌کشوری در نهایت، جریان‌های تراکنش بین‌کشوری، با استفاده از جداول تعادلی SUTs ملی و سهم‌های تجاری تعادلی محاسبه شده در مراحل قبل، تخمین زده می‌شوند.

در سند نسخه ۲۰۲۳ توضیح داده شده است که چگونه با استفاده از قیدهای بخشی برای تولید ناخالص، ارزش افزوده و جریان‌های تجاری، جداول عرضه-مصرف و داده-ستانده حساب‌های ملی تخمین زده می‌شوند. روش‌های تخمین این جداول بسته به دسترسی به منابع داده ملی و بین‌المللی متفاوت است. بر اساس آن، ۵۶ کشور دارای جداول عرضه-مصرف منتشر شده برای دست‌کم یک سال در بازه زمانی هدف بین سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۲۰ هستند.

پوشش آماری به‌ویژه برای کشورهای OECD گسترده‌تر است، شامل داده‌هایی که توسط آژانس‌های ملی برای مؤسساتی مانند یوروستات، OECD و بانک توسعه آسیا ارسال و در قالبی یکسان منتشر می‌شوند.

با این حال، این جداول از نظر ارزش‌گذاری (قیمت پایه یا قیمت خریدار)، ساختار فرمت و کدگذاری صنعتی، به‌ویژه در کشورهای غیراروپایی، همسان نیستند. بنابراین برای ادغام در پایگاه داده ICIO، لازم است آنها ابتدا به یک قالب مشترک برای تمام کشورها تبدیل شوند. اما در کل جداول داده-ستانده بین‌کشوری سازمان OECD دارای ویژگی‌های برجسته برای تحلیل‌های دقیق جهانی‌شدن هستند:

- هماهنگی با حساب‌های ملی

تمام برآوردها برای هر کشور بر اساس متغیرهای رسمی حساب‌های ملی مانند تولید ناخالص داخلی، تولید ناخالص و ارزش افزوده محدود می‌شوند. علاوه بر این، تراز تجاری هر کشور شامل هر دو نوع جریان‌های تجاری فرامرزی و خریدهای مستقیم غیرمقیمان (نظیر گردشگران و دانشجویان خارجی) است. این ویژگی امکان تحلیل‌های سیاستی بر پایه داده‌های کاملاً متعادل را فراهم می‌سازد.

- امکان تحلیل مبتنی بر تولید و مصرف

این جداول ضمن پوشش کامل تجارت و مصرف، به تحلیلگر اجازه می‌دهند تا:

- انتشار CO₂ بر اساس مصرف را با معیار تولید مقایسه کنند؛
- شاخص‌های (TiVA) را محاسبه کنند؛ که ارزش افزوده ناشی از تولید کالا و خدمات را به مصرف‌کننده نهایی نسبت می‌دهد.

- قابلیت ارتقا و انعطاف‌پذیری روش‌شناختی

روش ICIO توانایی پشتیبانی از بهبودهای جزئی را دارد، مانند:

- تعادل در سطوح دقیق‌تر صنعتی؛

- تنظیم حاشیه‌های توزیع بر مبنای روش‌های مختلف حمل‌ونقل؛
- جداسازی دقیق حقوق واردات از ارزش افزوده و مالیات فروش هنگام تبدیل از قیمت خریدار به قیمت پایه .
- پوشش وسیع با امکان توسعه بیشتر.

ICIO تا امروز بیش از ۹۰ درصد تولید ناخالص داخلی جهان را شامل شده است، با ۷۶ کشور در نسخه استاندارد و تفکیک چین و مکزیک در نسخه گسترده‌تر برای انعکاس ناهمگنی بنگاهی. با این حال، تحلیل‌هایی همچون بررسی پیامدهای زیست‌محیطی و اهداف توسعه پایدار می‌توانند با افزودن کشورهای صادرکننده منابع معدنی (مانند کشورهای خاورمیانه) و اقتصادهای در حال توسعه با جمعیت بالا (مانند کشورهای در آفریقا و جنوب آسیا) تقویت شوند.

- افق وسیع برای مطالعات موردی و پشتیبانی از سیاست‌ها با افزوده شدن داده‌های دقیق‌تر صنعتی و منطقه‌ای، ICIO می‌تواند برای تحلیل اهداف زیست‌محیطی جهانی؛ ارزیابی تاب‌آوری در برابر شوک‌های جهانی و پشتیبانی از توسعه پایدار در مناطق کمتر بررسی‌شده، بسیار مفید باشد .

جدول (۳): خلاصه ویژگی‌ها و مزایا

ویژگی	مزیت
همانگی با حساب‌های ملی	تضمین داده‌های قابل اطمینان و مقایسه‌ای
پوشش کامل تجارت	شامل تجارت فرامرزی و مصرف مستقیم خارجی
تحلیل CO ₂ و TiVA	امکان بررسی ارزش افزوده و آثار زیست‌محیطی
روش‌شناسی قابل ارتقا	قابلیت بسط به سطوح دقیق‌تر و تفکیک بهتر
پوشش گسترده جهانی	بیش از ۹۰ درصد GDP جهانی با امکان توسعه بیشتر
پشتیبانی از مطالعات سیاسی	مناسب برای مطالعات زیست‌محیطی، توسعه‌ای و اقتصادی

۳- جدول داده ستانده بین کشوری سال ۲۰۱۶ با اضافه کردن ایران

در ایران سال‌های زیادی است که سازمان‌ها و پژوهشگران ایرانی اقدام به تهیه جداول داده-ستانده ارزشمند ملی و منطقه‌ای (استانی) می‌کنند، به گونه‌ای که قدمت آن از نظر ملی به دهه ۱۳۴۰ شمسی برمی‌گردد و ایران را به طور نسبی در زمره کشورهای با سابقه در تهیه و تدوین جدول داده-ستانده ملی قرار می‌دهد. اما ویژگی نحوه تهیه جداول داده ستانده ایران بدین گونه است که توسط چندین نهاد متفاوت با محوریت بانک مرکزی و مرکز آمار ایران با اختلاف آماری و بعضاً اختلاف روش‌شناسی بین متغیرهای مهم حساب‌های ملی در دو نهاد برای تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری اقتصادی تهیه می‌شود. از شواهد موجود، آن چه دیده می‌شود این است که علیرغم سابقه زیاد در تدوین جداول داده-ستانده ملی، کار نهادمندی از طرف ایران برای ایجاد پیوند بین جداول

داده-ستانده ملی با جداول داده-ستانده جهانی و بین کشوری تولید شده توسط سازمان‌های بین‌المللی حرفه‌ای در کار نبوده است.^۱ (جهانگرد و همکاران، ۱۴۰۲)

اما روند تهیه جداول داده-ستانده بین کشوری و جهانی بدین گونه بوده است که تاریخچه تدوین آنها به دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی بر می‌گردد و در دهه ۱۹۹۰ میلادی اوج می‌گیرد و با گسترش فناوری دیجیتال و داده‌ها هم‌چنان در حال گسترش و تکمیل است. از لحاظ توجه سازمان‌های بین‌المللی و کشوری، این موضوع ابتدا در آمریکای شمالی و سپس با محوریت ژاپن در کشورهای جنوب شرق آسیا و بعد از آن در اتحادیه اروپا مورد توجه قرار گرفته است و در بسیاری کشورها از جمله ژاپن و چین بسیار گسترش یافته و علاوه بر تدوین جداول بین کشوری، این کشورها با جزئیات مناطق مختلف خود را به جداول بین کشوری متصل کرده‌اند. اما در این روند علمی-کاربردی جهانی شکل گرفته، نقش کشور ایران بسیار ناچیز بوده و حتی می‌توان اذعان داشت که ایران مشارکت فعالی نداشته است. این در حالی است که به باور گروسمن و روسی هانسبرگ (۲۰۰۸)^۲، جهانی‌سازی فرآیندهای تولید منجر به یک رویکرد نوین در جمع‌آوری داده‌های تجاری شده، به گونه‌ای که محققان را به سمت تغییراتی در پایگاه‌های اطلاعاتی خود^۳ و تهیه جداول داده-ستانده جهانی (بین کشوری)^۴، بین کشوری-منطقه‌ای و میان کشوری سوق داده است. وایدمن و همکاران (۲۰۱۱)^۵ نیز با اشاره به این موضوع که فرآیندهای تولیدی در نتیجه گسستگی بین‌المللی تولید منجر به یک ساختار به هم وابسته شده است؛ بیان می‌کنند که با توجه به روند رو به افزایش جهانی شدن تولید، پایه‌های آماری که برای تحلیل اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی مفید هستند ضرورت پیدا می‌کنند. به گفته این محققان، چنین پایه‌های آماری باید چهار مشخصه داشته باشند: جهانی باشند؛ تغییرات در طول زمان را در نظر بگیرند؛ طیف وسیع و متنوعی از شاخص‌های اقتصادی-

۱ پایگاه داده زنجیره تامین جهانی Eora از یک مدل جدول داده-ستانده چند منطقه‌ای (MRIO) تشکیل شده است که یک سری زمانی از جداول داده-ستانده با وضوح بالا با حساب‌های اقماری زیست محیطی و اجتماعی منطبق برای ۱۹۰ کشور ارائه می‌دهد. در پایگاه Eora جدول داده-ستانده ملی ایران توسط آنکناد و بخش فیزیک دانشگاه سیدنی به جدول داده-ستانده جهانی اضافه شده است. تنوع زیادی از داده‌ها در طول ساخت این جداول استفاده شده و می‌شود که شامل داده‌های آماری ملی کشورها، سازمان ملل متحد، یورو استات، کامترید و سایر منابع است. در ساخت این جداول جهانی یک سال پایه ابتدا محاسبه می‌شود (مثلاً سال ۲۰۰۰) و یک برآورد اولیه از همه منابع موجود در این سال جمع‌آوری می‌شود واز آنها برای ساخت ماتریس محدودیت استفاده می‌شود و سپس پایگاه داده مطابق روش‌های ریاضی برآورد می‌شود. "حلقه پیشین" برای سال بعد، ماتریس محدودیت‌ها را از داده‌های منابع موجود می‌سازد و از نتیجه نهایی سال قبل به عنوان تخمین اولیه استفاده می‌شود و پایگاه داده‌ها را برآورد می‌کند. برای سال‌های قبل سال ۲۰۰۰ هم از "حلقه پسین" استفاده می‌کند. هماهنگ‌سازی داده‌ها توسط AISHA که توسط دانشگاه سیدنی توسعه داده شده، انجام می‌شود. در این فرایند کل جدول MRIO مطابق محدودیت‌های تعریف شده قبلی تطبیق داده می‌شود. این اطلاعات برآوردی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲ در قالب ۲۶ فعالیتی و کامل برای ۱۹۰ کشور به شکل پرداخت هزینه توسط متقاضی در انواع گزینه‌ها قابل دسترسی است. (<https://worldmrio.com>). اما به اذعان متولیان این پروژه، جدول ICIO از دقت بالاتری برای کارهای تحقیقاتی برخوردار هستند ولی ایران تاکنون به این جدول بین کشوری به طور رسمی اضافه نشده است.

۲. Grossman and Rossi-Hansberg, (۲۰۰۸)

۳. به عنوان نمونه می‌توان به پایگاه داده‌های (GTAP: Global Trade Analysis Project) اشاره کرد. که پایگاه داده‌های اختصاصی بوده و مبتنی بر آمارهای رسمی نیست و فقط برای سال‌های پایه مشخصی در دسترس است که امکان تجزیه و تحلیل روندهای بلندمدت را فراهم نمی‌سازد.

۴. World Input-Output or Inter-Country Input-Output

۵. Wiedmann et al. (۲۰۱۱)

اجتماعی و زیست‌محیطی را در نظر بگیرند و در نهایت، همه داده‌ها در یک ساختار سازگار و همگن قرار گیرند (یعنی از یک طبقه‌بندی صنعت یا محصول و تعاریف سازگار برخوردار باشند).

جداول داده-ستانده بین‌کشوری یا جهانی، از مجموعه یک پایگاه آماری همه‌جانبه^۱ و ترکیبی از اطلاعات فعالیت‌های تولیدی ملی و داده‌های تجارت بین‌الملل تشکیل شده است که ابزاری را برای ارائه و تولید شاخص‌های مورد نیاز سیاست‌گذاران و مشاهدات تجربی برای آزمون و کمی‌سازی نظریه‌ها توسط پژوهشگران، فراهم می‌کند. جداول داده-ستانده بین‌کشوری به گونه‌ای طراحی شده‌اند که دربرگیرنده سه دسته اطلاعات اساسی هستند؛ نخست، میزان محصولات تولیدشده به تفکیک فعالیت توسط کشورهای مختلف؛ دوم، میزان استفاده از محصولات واسطه‌ای و نهایی سایر کشورها توسط بخش‌ها و نهادهای مختلف اقتصادی دیگر کشورها؛ و سوم، صادرات محصولات نهایی و واسطه‌ای به سایر اقتصادهای دنیا به تفکیک فعالیت‌های مبدأ و نهادهای بخش‌های مقصد.

همانطور که در بالا گفته شد در این زمینه علیرغم اهمیت یاد شده وهم چنین علیرغم پیوستن ایران به کنوانسیون‌ها و نهادهای منطقه‌ای مختلف در سطح جهان در مقاطع زمانی مختلف (مثل اوپک، اکو، شانگ‌های، عهدنامه پاریس، بریکس و غیره) و تاثیر سیاست‌گذاری و تنظیم‌گری آنها بر اقتصاد ایران، تلاش نهادمندی برای پیوند جداول داده-ستانده ایران از طرف ایران به جداول جهانی و بین‌کشوری صورت نگرفته است.

برای انجام این مهم در سال ۱۴۰۱، مرکز پژوهش‌های اتاق ایران و پژوهشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی توسط جهانگرد و همکاران این عمل را برای سال ۲۰۱۶ انجام دادند. در آن مطالعه برای نخستین بار جدول داده-ستانده سال ۱۳۹۵ بانک مرکزی در جدول داده-ستانده بین‌کشوری (ICIO) سال ۲۰۱۶ درج شد. این پایگاه، آمار گسترده‌ای را برای مطالعات بعدی از جمله بررسی و مطالعه روی زنجیره ارزش جهانی، تخصص‌گرایی عمودی و بسیاری از مطالعات دیگر فراهم کرده است.

۳-۱- مشخصات و ویژگی‌های جدول داده-ستانده بین‌کشوری ۲۰۱۶

یکی از پایگاه‌های مهم داده-ستانده جهانی، «جدول داده - ستانده بین‌کشوری»^۲ است که توسط سازمان همکاری و توسعه اقتصادی به صورت سری زمانی (۲۰۱۸-۱۹۹۵) تهیه و منتشر می‌شود. براساس ویرایش (۲۰۲۱)، جداول داده-ستانده بین‌کشوری ۶۶ کشور و ۴۵ فعالیت اقتصادی را دربر می‌گیرند که همانطور که توضیح داده شد در سال‌های بعد تغییر کرده است.^۳ این جداول

۱. All-Encompassing

۲. Inter-Country Input-Output (ICIO) Tables

در این نوشتار از تکرار مداوم جدول داده - ستانده بین‌کشوری پرهیز شده و در برخی جاها به اختصار عبارت (ICIO) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳ برای سازگاری با جدول بین‌کشوری باید ایران هم به شکل نهادمند به آن اضافه شود تا بتوان تغییرات را در طول زمان پی‌گیری کرد. در ویرایش‌های جدید برخی کشورهای جدید اضافه شدند، اما ایران هنوز اضافه نشده است. به دلیل وقوع برخی حوادث مثل کووید ۱۹ و هم چنین بدلیل اینکه ایران توسط آمریکا تحریم شده است، ساختار تجارت ایران هم تغییر کرده است و این باعث می‌شود تداوم تهیه جداول بسیار ضروری گردد که باید هم در سطح بین‌المللی توسط نهادهای زیربط پیگیری شود و هم در داخل توسط نهادهای مرتبط جداول به روز تهیه شوند.

تمام کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی^۱ (۳۸ کشور)، تمام کشورهای گروه جی بیست^۲ (۲۰ کشور)، تمام کشورهای اتحادیه اروپا و تمام کشورهای اتحادیه جنوب شرق آسیا را دربر می‌گیرد. لازم به ذکر است، جداول ICIO علاوه بر ۶۷ کشور موضوع جدول ۶، سایر اقتصادهای جهان را ذیل یک کل (سایر/بقیه دنیا)^۳ ارائه می‌دهد. به بیان دیگر، سایر اقتصادهای دنیا را به عنوان یک کشور ارائه کرده است. گفتنی است، اقتصادهای موضوع جدول بین کشوری حدود نود (۹۰) درصد تولید ناخالص، صادرات و واردات جهانی را شامل می‌شوند.^۴

در این جدول، علاوه بر دو کشور مکزیک و چین، کشورهای دیگری به اسم‌های مکزیک (۱) و مکزیک (۲) و چین (۱) و چین (۲) در میان کشورهای موضوع جدول ICIO مشاهده می‌شود. مبادلات چین (۱) و (۲) و مکزیک (۱) و (۲) روی هم رفته کل مبادلات کشورهای مورد بحث با خود (درون کشوری) و سایر کشورهای جهان را تشکیل می‌دهند. به بیان دیگر، کشورهای مکزیک و چین به دو کشور تفکیک شده‌اند. در نسخه سال ۲۰۲۳ کشورهای پاکستان، نیجریه، بنگلادش، بلاروس، کامرون، مصر، اردن، سنگال، اکراین و ساحل عاج به جمع کشورهای موجود در جداول اضافه شده‌اند.

جدول (۴): کشورهای جدول داده - ستانده بین کشوری سال ۲۰۱۶

ردیف	نام کشور	کد کشور	ردیف	نام کشور	کد کشور	ردیف	نام کشور	کد کشور
۱	استرالیا	AUS	۲۵	مکزیک	MEX	۴۹	هنگ کنگ	HKG
۲	اتریش	AUT	۲۶	هلند	NLD	۵۰	قزاقستان	KAZ
۳	بلژیک	BEL	۲۷	نیوزیلند	NZL	۵۱	لائوس	LAO
۴	کانادا	CAN	۲۸	نروژ	NOR	۵۲	مالزی	MYS
۵	شیلی	CHL	۲۹	لهستان	POL	۵۳	مالتا	MLT
۶	کلمبیا	COL	۳۰	پرتغال	PRT	۵۴	مراکش	MAR
۷	کاستاریکا	CRI	۳۱	اسلواکی	SVK	۵۵	میانمار	MMR
۸	جمهوری چک	CZE	۳۲	اسلونی	SVN	۵۶	پرو	PER
۹	دانمارک	DNK	۳۳	اسپانیا	ESP	۵۷	فیلیپین	PHL
۱۰	استونی	EST	۳۴	سوئد	SWE	۵۸	رومانی	ROU

۱. Organisation for Economic Co-operation and Development

۲. Group of Twenty

۳. Rest of the world (ROW)

۴. به عنوان نمونه، در سال ۲۰۱۸، کشورهای موضوع جدول (۶۶ اقتصاد) ICIO نود و سه (۹۳)، تولید ناخالص، نود و دو (۹۲) درصد صادرات و نود (۹۰) درصد واردات جهان را به خود اختصاص می‌دهند (Guilhoto, ۲۰۲۱).

ردیف	نام کشور	کد کشور	ردیف	نام کشور	کد کشور	ردیف	نام کشور	کد کشور
۱۱	فنلاند	FIN	۳۵	سوئیس	CHE	۵۹	روسیه	RUS
۱۲	فرانسه	FRA	۳۶	ترکیه	TUR	۶۰	عربستان سعودی	SAU
۱۳	آلمان	DEU	۳۷	بریتانیا	GBR	۶۱	سنگاپور	SGP
۱۴	یونان	GRC	۳۸	ایالات متحده آمریکا	USA	۶۲	آفریقای جنوبی	ZAF
۱۵	مجارستان	HUN	۳۹	آرژانتین	ARG	۶۳	چین تایپه	TWN
۱۶	ایسلند	ISL	۴۰	برزیل	BRA	۶۴	تایلند	THA
۱۷	ایرلند	IRL	۴۱	برونئی	BRN	۶۵	تونس	TUN
۱۸	اسرائیل	ISR	۴۲	بلغارستان	BGR	۶۶	ویتنام	VNM
۱۹	ایتالیا	ITA	۴۳	کامبوج	KHM	۶۷	ایران	IRN
۲۰	ژاپن	JPN	۴۴	چین	CHN	۶۸	سایر کشورهای جهان	ROW
۲۱	کره جنوبی	KOR	۴۵	کرواسی	BGR	۶۹	مکزیک ۱	
۲۲	لاتویا/ لتونی	LVA	۴۶	قبرس	KHM	۷۰	مکزیک ۲	
۲۳	لیتوانی	LTU	۴۷	هند	CHN	۷۱	چین ۱	
۲۴	لوکزامبورگ	LUX	۴۸	اندونزی	IDN	۷۲	چین ۲	

منبع: جهانگرد و همکاران، ۱۴۰۲

جدول داده- ستانده بین کشوری سال ۲۰۱۶ با لحاظ ایران متشکل از ۴۲ فعالیت (بخش) است. گروه کشاورزی شامل دو (۲) فعالیت بوده و کدهای (D۰۱T۰۳) را شامل می‌شود. گروه «صنعت و معدن» بیست و دو (۲۲) فعالیت بوده و کدهای (D۰۵T۳۹) را دربر می‌گیرد. گروه «خدمات» با دربر گرفتن هیجده (۱۸) فعالیت شامل کدهای (D۴۱T۹۸) ادامه جدول را پوشش می‌دهد. در جدول ۷، فعالیت‌های جدول ICIO ارائه شده است.

جدول (۵): فعالیت (بخش)‌های جدول داده- ستانده بین کشوری سال ۲۰۱۶ با لحاظ ایران

ردیف	کد	شرح فعالیت به انگلیسی	شرح فعالیت به فارسی	کد آیسیک ^۱
۱	D۰۱T۰۲	Agriculture, hunting, forestry	کشاورزی و جنگلداری	۰۲, ۰۱
۲	D۰۳	Fishing and aquaculture	ماهیگیری و آبرزی پروی	۳
۳	D۰۵T۰۶	Mining and quarrying, energy producing products	استخراج نفت خام و گاز طبیعی و معدن	۰۶, ۰۵
۴	D۰۷T۰۸ and D۰۷T۰۹	Mining and quarrying, non-energy producing products and Mining support service activities	استخراج کانه‌های فلزی و سایر معادن، و فعالیت‌های خدمات پشتیبانی استخراج معدن	۰۸, ۰۷
۵	D۱۰T۱۲	Food products, beverages and tobacco	تولید فرآورده‌های غذایی، انواع آشامیدنی‌ها و توتون و تنباکو	۱۱, ۱۰, ۱۲
۶	D۱۳T۱۵	Textiles, textile products, leather and footwear	تولید منسوجات، پوشاک، چرم و فرآورده‌های وابسته	۱۴, ۱۳, ۱۵
۷	D۱۶	Wood and products of wood and cork	تولید چوب و فرآورده‌های چوب و چوب پنبه - به جز مبلمان - ساخت کالا از حصیر و مواد حصیربافی	۱۶
۸	D۱۷T۱۸	Paper products and printing	تولید کاغذ و فرآورده‌های کاغذی، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	۱۸, ۱۷
۹	D۱۹	Coke and refined petroleum products	تولید کک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت	۱۹
۱۰	D۲۰	Chemical and chemical products	تولید مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی	۲۰
۱۱	D۲۱	Pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products	تولید داروها و فرآورده‌های دارویی شیمیایی و گیاهی	۲۱
۱۲	D۲۲	Rubber and plastics products	تولید فرآورده‌های لاستیکی و پلاستیکی	۲۲
۱۳	D۲۳	Other non-metallic mineral products	تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی	۲۳
۱۴	D۲۴	Basic metals	تولید فلزات پایه	۲۴
۱۵	D۲۵	Fabricated metal products	تولید محصولات فلزی ساخته شده، به جز ماشین‌آلات و تجهیزات	۲۵

ردیف	کد	شرح فعالیت به انگلیسی	شرح فعالیت به فارسی	کد آیسیک ^۱
۱۶	D۲۶	Computer, electronic and optical equipment	ساخت محصولات رایانه‌ای، الکترونیکی و نوری	۲۶
۱۷	D۲۷	Electrical equipment	تولید تجهیزات برقی	۲۷
۱۸	D۲۸	Machinery and equipment, nec	تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جای دیگر	۲۸
۱۹	D۲۹	Motor vehicles, trailers and semi-trailers	تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر	۲۹
۲۰	D۳۰	Other transport equipment	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل	۳۰
۲۱	D۳۱T۳۳	Manufacturing nec; repair and installation of machinery and equipment	تولید مبلمان، سایر مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر و تعمیر و نصب ماشین آلات و تجهیزات	۳۱، ۳۲، ۳۳
۲۲	D۳۵	Electricity, gas, steam and air conditioning supply	تامین برق، گاز، بخار و تهویه هوا	۳۵
۲۳	D۳۶T۳۹	Water supply; sewerage, waste management and remediation activities	جمع آوری، تصفیه و تامین آب، دفع پسماند، فاضلاب و بازیافت مواد	۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹
۲۴	D۴۱T۴۳	Construction	ساختمان	۴۱، ۴۲، ۴۳
۲۵	D۴۵T۴۷	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles	عمده فروشی و خرده فروشی؛ تعمیر وسایل نقلیه موتوری و موتور سیکلت	۴۵، ۴۶، ۴۷
۲۶	D۴۹	Land transport and transport via pipelines	حمل و نقل زمینی و حمل و نقل از طریق خط لوله	۴۹
۲۷	D۵۰	Water transport	حمل و نقل آبی	۵۰
۲۸	D۵۱	Air transport	حمل و نقل هوایی	۵۱
۲۹	D۵۲	Warehousing and support activities for transportation	انبار داری و فعالیت‌های پشتیبانی حمل و نقل	۵۲
۳۰	D۵۳	Postal and courier activities	پست و پیک	۵۳
۳۱	D۵۵T۵۶	Accommodation and food service activities	خدمات هتل و رستوران	۵۵، ۵۶
۳۲	D۶۲T۶۳&D۵۸T۶۰	Publishing, audiovisual and IT and & broadcasting activities other information services	اطلاعات (فعالیت‌های انتشاراتی، تولید فیلم و و برنامه‌های رادیو و تلویزیون)،	۵۸، ۵۹، ۶۰

ردیف	کد	شرح فعالیت به انگلیسی	شرح فعالیت به فارسی	کد آیسیک ^۱
			فعالیت‌های خدمات اطلاع رسانی و مشاوره و فعالیت‌های مربوط به رایانه	
۳۳	D۶۱	Telecommunications	مخابرات	۶۱
۳۴	D۶۴T۶۶	Financial and insurance activities	خدمات مالی، بیمه و فعالیت جانبی مرتبط	۶۴، ۶۵، ۶۶
۳۵	D۶۸	Real estate activities	املاک و مستغلات	۶۸
۳۶	D۶۹T۷۵	Professional, scientific and technical activities	فعالیت‌های حرفه ای، علمی و فنی	۶۹، ۷۵ to
۳۷	D۷۷T۸۲	Administrative and support services	فعالیت‌های اداری و خدمات پشتیبانی	۷۷، ۸۲ to
۳۸	D۸۴	Public administration and defence; compulsory social security	اداره امور عمومی و دفاع؛ تامین اجتماعی اجباری	۸۴
۳۹	D۸۵	Education	آموزش	۸۵
۴۰	D۸۶T۸۸	Human health and social work activities	بهداشت و مددکار اجتماعی	۸۶، ۸۷، ۸۸
۴۱	D۹۰T۹۳	Arts, entertainment and recreation	هنر، سرگرمی و تفریح	۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۳
۴۲	D۹۷T۹۸		سایر فعالیت‌های خدماتی، فعالیت‌های خانوارها به عنوان کارفرما، فعالیت‌های تفکیک ناپذیر تولید کالاها و خدمات توسط خانوارهای معمولی برای خود مصرفی	۹۷، ۹۸

منبع: جهانگرد و همکاران (۱۴۰۲)

در جدول ICIO، جداول ملی کشورها براساس نرخ رسمی تبدیل ارز اعلامی بانک جهانی^۱ به دلار ایالات متحده آمریکا تبدیل شده‌اند، لذا واحد جدول مورد استفاده میلیون دلار می باشد. همچنین، این جداول در قیمت پایه^۲ (میلیون دلار جاری) تهیه و منتشر شده‌اند. فرض تهیه این جدول، فرض ساختار ثابت فروش محصول بوده است. ناحیه نخست جدول، مبتنی بر ناحیه‌بندی جداول

۱. Official exchange rate و the world bank

۲. قیمت پایه، مبلغ دریافتی توسط تولیدکننده از خریدار برای یک واحد کالا یا خدمت تولید شده به عنوان ستانده منهای هر گونه مالیات پرداختنی و بعلاوه هر گونه یارانه دریافتی توسط تولیدکننده در نتیجه تولید یا فروش آن است. قیمت پایه هر هزینه حمل و نقلی را که توسط تولیدکننده به طور جداگانه صورت حساب شده باشد در بر نمی گیرد.

متعارف داده- ستانده^۱، مبادلات واسطه‌ای درون و برون کشوری را نشان می‌دهد. این ناحیه ماتریس مربع با [رتبه] ۳۰۲۶ سطر و ستون است.^۲

ناحیه دوم نیز تقاضای نهایی داخلی و میان کشوری را ارائه می‌کند. در ناحیه سوم نیز ارزش افزوده فعالیت‌ها در سطح جهان را نشان می‌دهد به بیان دیگر، رتبه ماتریس ارزش افزوده یک سطر و ۳۰۲۶ ستون (فعالیت) می‌باشد. بین ناحیه اول و دوم، به ازای هر کشور در جدول یک سطر وجود دارد که «مالیات منهای یارانه بر کالاها»^۳ را نشان می‌دهد (ماتریس ۶۸ اقتصاد در ۳۰۲۶ فعالیت). اجزای تقاضای نهایی جدول ICIO شامل؛ «مخارج نهایی خانوار»^۴، «مؤسسات غیر انتفاعی خصوصی در خدمت خانوارها»^۵، «مخارج نهایی دولت»^۶؛ «تشکیل سرمایه ثابت ناخالص»^۷، «تغییرات موجودی انبار و ارزش‌ها»^۸ است. این ماتریس ۳۰۲۶ سطری (فعالیت اصلی)، در ۶۸ اقتصاد و ۵ جزء (۴۰۲ ستون) می‌باشد. ((۶۸*۵)*(۳۰۲۶)).

لازم بذکر است که همانطور که در کتاب منتشر شده توسط مرکز پژوهش‌های اتاق ایران آمده است^۹، جدول داده-ستانده سال ۱۳۹۵ بانک مرکزی شامل ۴۵ فعالیت بوده، اما به منظور حفظ ساختار جدول داده-ستانده بین کشوری و بطور همزمان ممانعت از تغییرات ساختاری در جدول داده-ستانده بانک مرکزی ایران، این فعالیت‌ها در جدول داده-ستانده بین کشوری تجمع شدند و لذا جدول اصلی از ۴۵ فعالیت به ۴۲ فعالیت کاهش یافته است. به عنوان نمونه، فعالیت‌های پشتیبان استخراج معادن در جدول داده-ستانده بانک مرکزی ایران برای سال ۱۳۹۵ وجود ندارد. برای دو فعالیت شامل اطلاعات (فعالیت‌های انتشاراتی، تولید فیلم و و برنامه‌های رادیو و تلویزیون) و فعالیت‌های خدمات اطلاع رسانی و مشاوره و فعالیت‌های مربوط به رایانه صرفاً یک فعالیت در جدول داده-ستانده بانک مرکزی ایران وجود دارد و برای فعالیت‌های خدماتی شامل فعالیت‌های خانوارها به عنوان کارفرما، فعالیت‌های تفکیک ناپذیر تولید کالاها و خدمات توسط خانوارهای معمولی برای خود مصرفی نیز یک فعالیت متناظر در جدول ایران وجود دارد.

۱-۱-۳- برخی آمارهای اولیه ایران در جدول داده-ستانده بین کشوری

جدول ۶، تجارت کالایی جهان در سال ۲۰۱۶ را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود در سال ۲۰۱۶ میزان کالاهای صادراتی در اقتصاد جهان حدود ۱۸ هزار میلیارد دلار بوده است و حدود ۱۶ هزار میلیارد دلار نیز واردات صورت گرفته است. کشورهای

۱. جدول داده - ستانده متعارف دارای سه ناحیه است، ناحیه نخست: مبادلات واسطه‌ای، ناحیه دوم: اجزای تقاضای نهایی و ناحیه سوم: ارزش افزوده و اجزای آن

۲. "3026" origin sectors x "3026" destination sectors

۳. Taxes less subsidies on intermediate and final products

۴. Household Final Consumption Expenditure

۵. Non-Profit Institutions Serving Households

۶. General Government Final Consumption

۷. Gross Fixed Capital Formation

۸. Changes in Inventories and Valuables

۹. جهانگرد و همکاران (۱۴۰۲)

عمده صادراتی به ترتیب، شامل چین، ایالات متحده آمریکا، آلمان، ژاپن و کره جنوبی هستند. در سمت مقابل بازارهای مقصد (کشورهای عمده وارداتی) به ترتیب ایالات متحده آمریکا، چین، آلمان، بریتانیا^۱ و هنگ کنگ هستند. پنج کالای مهم تجاری - هم صادراتی و هم وارداتی - جهان در سال مزبور «نفت و مواد نفتی»، «روغن‌های پتروشیمی»، «طلای خام»، «وسیله نقلیه دیزلی» و «تراشه و ریز تراشه» بوده است.^۲

جدول (۶): تجارت کالایی سال ۲۰۱۶ جهان در یک نگاه

تجارت کالایی جهان					
واردات (CIF)	۱۵۰۷۸۰ میلیارد دلار ^۳	تعداد کالای وارد شده	۴۸۶۹	تعداد شرکای وارداتی	۲۳۸
صادرات (FoB)	۱۷۰۶۰۹ میلیارد دلار	تعداد کالای صادر شده	۴۷۵۸	تعداد شرکای صادراتی	۲۳۹
پنج کشور عمده صادراتی کالایی جهان					
چین (سهم تجاری: ٪ ۱۵.۱۸)	ایالات متحده آمریکا (سهم تجاری: ٪ ۸.۶۶)	آلمان (سهم تجاری: ٪ ۷.۸۵)	ژاپن (سهم تجاری: ٪ ۴.۶۱)	کره جنوبی (سهم تجاری: ٪ ۳.۳۶)	
پنج کالای عمده صادراتی جهان					
نفت و مواد نفتی ^۴ (HS Code: ۲۷۰۹)	روغن‌های پتروشیمی، سایر ^۵ (HS Code: ۲۷۰۹)	طلای خام ^۶ (HS Code: ۷۱۰۸)	وسیله نقلیه دیزلی ^۷ HS Code: (۸۷۰۳)	تراشه و ریز تراشه ^۸ (HS Code: ۸۵۴۲)	
پنج کشور عمده وارداتی کالایی جهان					
ایالات متحده آمریکا (سهم تجاری: ٪ ۱۳)	چین (سهم تجاری: ٪ ۸.۵۴)	آلمان (سهم تجاری: ٪ ۶.۱۷)	بریتانیا (سهم تجاری: ٪ ۳.۹۴)	هنگ کنگ (سهم تجاری: ٪ ۳.۸۵)	

۱. United Kingdom

۲. لازم به ذکر است، تفاوت میان واردات و صادرات جهانی می‌تواند به چند دلیل باشد؛ نخست، ارزش گذاری صادرات به قیمت فوب (Free on Board (FOB)) و ارزش گذاری واردات به قیمت سیف (Cost, Insurance, Freight (CIF))، دوم، تفاوت میان مقدار صادرات و واردات اظهار شده ناشی از شامل شدن یا نشدن برخی کالاها در محاسبه صادرات و واردات و سوم، زمان ارایه آمار تجارت.

۳. دلار ایالات متحده آمریکا مدنظر است.

۴. Petroleum oils and oils obtained from bituminous

۵. Petroleum oils, etc, (excl. crude); preparation

۶. Gold in unwrought forms non-monetary

۷. Automobiles with reciprocating piston engine di

۸. Monolithic integrated circuits, nes

پنج کالای عمده عمده وارداتی جهان				
نفت و مواد نفتی (HS Code: ۲۷۰۹)	روغن‌های پتروشیمی، سایر (HS Code: ۲۷۰۹)	طلای خام (HS Code: ۷۱۰۸)	وسیله نقلیه دیزلی (HS Code: ۸۷۰۳)	تراشه و ریز تراشه (HS Code: ۸۵۴۲)

Source: World Integrated Trade Solution(WITS)

جدول ۷، تجارت کالایی ایران در سال ۲۰۱۶ را نشان می‌دهد. در سال ۲۰۱۶ میزان کالاهای صادراتی در اقتصاد ایران حدود ۸۳ میلیارد دلار بوده است و حدود ۴۲ میلیارد دلار نیز واردات صورت گرفته است. کشورهای عمده صادراتی به ایران ترتیب، شامل چین، امارات متحده عربی، کره جنوبی، ترکیه و آلمان هستند. در سمت مقابل بازارهای مقصد (کشورهای عمده وارداتی برای ایران) به ترتیب برخی کشورهای آسیایی، چین، کشورهای نامشخص، امارات متحده عربی و عراق هستند. پنج کالای مهم صادراتی ایران در سال مزبور «نفت و مواد نفتی»، «روغن‌های پتروشیمی»، «گاز طبیعی و مایع»، «پلی اتیلن» و «پسته تازه و خشک» بوده است. پنج کالای مهم تجاری ایرانی - واردات ایران - در سال مزبور «خودروهای با موتور پیستونی رفت و برگشتی»، «ذرت (به استثنای دانه)»، «دستگاه کمک ناوبری رادیویی»، «دانه‌های سویا» و «برنج نیمه آسیاب یا کاملاً آسیاب شده» بوده است.

مطابق جدول داده-ستانده بین کشوری، ارزش افزوده اقتصاد جهان در سال ۲۰۱۶ بیش از هفتاد (۷۰) هزار میلیارد دلار (۷۰،۷۳۴،۹۹۱،۰۰۰،۰۰۰ دلار) بوده است. از این میزان، سهم ارزش افزوده اقتصاد ایران از جهان کمتر از یک (۱) درصد بوده است (حدود ۰/۶۵ درصد). ستانده (تولید) اقتصاد جهانی در سال مورد اشاره نیز حدود صد و چهل و شش (۱۴۶) هزار میلیارد دلار (۱۴۵،۴۱۲،۷۱۴،۰۰۰،۰۰۰ دلار) می‌باشد که سهم اقتصاد ایران حدود نیم (۰/۵) درصد تولید اقتصاد جهان است. جدول ۱۰، ستانده و ارزش افزوده اقتصاد جهان و ایران را به تفکیک فعالیت (بخشی) نشان می‌دهد.

بررسی ستانده و ارزش افزوده بخشی^۱ نیز حاکی از آن است، جز چند بخش محدود، سهم ستانده و ارزش افزوده بخش‌های اقتصاد ایران نیز از اقتصاد جهان کمتر از یک (۱) درصد است. بخش‌های «استخراج نفت خام و گاز طبیعی و معدن»، «حمل و نقل زمینی» و «کشاورزی و جنگلداری» به ترتیب سهم ستانده بیشتر از یک درصد از تولید جهانی را شامل می‌شوند. بررسی ارزش افزوده بخشی حاکی از آن است، تعداد فعالیت‌هایی که سهم بیش از یک (۱) درصد ارزش افزوده اقتصاد جهان را شامل می‌شوند به هفت (۷) بخش می‌رسد. بالاترین سهم ارزش افزوده بخشی در اقتصاد ایران در پرتو اقتصاد جهانی به بخش «استخراج نفت خام و گاز طبیعی و معدن» اختصاص دارد. به بیان دیگر، بخش مزبور حدود سه و نیم (۳/۵) درصد ارزش بخشی اقتصاد جهان را شامل می‌شود. بخش یاد شده حدود دوازده (۱۲) درصد ارزش افزوده اقتصاد ایران در سال ۲۰۱۶ را دربر می‌گیرد.

۱. در این مطالعه «بخش» و «فعالیت» مترادف بوده و به طور متناوب استفاده شده است.

جدول (۷): تجارت کالایی سال ۲۰۱۶ ایران در یک نگاه

تجارت کالایی ایران					
واردات (CIF)	۴۲۷۰۲- میلیون دلار ^۱	تعداد کالای وارد شده	۳۷۵۱	تعداد شرکای وارداتی	۱۳۴
صادرات (FoB)	۸۳۱۴۸- میلیون دلار	تعداد کالای صادر شده	۲۷۲۲	تعداد شرکای صادراتی	۱۵۰
پنج کشور عمده واردات کالایی ایران					
چین (سهم تجاری: ۲۵.۰۵٪)	امارات متحده عربی (سهم تجاری: ۱۳.۳۲٪)	کره جنوبی (سهم تجاری: ۸.۱٪)	ترکیه (سهم تجاری: ۶.۳۸٪)	آلمان (سهم تجاری: ۵.۹۳٪)	
پنج کالای عمده صادراتی ایران					
نفت و مواد نفتی ^۲ (HS Code: ۲۷۰۹)	روغن‌های پتروشیمی، سایر ^۳ (HS Code: ۲۷۱۰)	گاز طبیعی، مایع ^۴ (HS Code: ۲۷۱۱)	پلی اتیلن با وزن مخصوص <= ۰.۹۴ ^۵ (HS Code: ۳۹۰۱)	پسته تازه یا خشک ^۶ (HS Code: ۰۸۰۲۵)	
پنج کشور عمده صادرات کالایی ایران					
سایر کشورهای آسیایی (سهم تجاری: ۳۹.۰۲٪)	چین (سهم تجاری: ۱۰.۰۷٪)	نامشخص (سهم تجاری: ۸.۹۶٪)	امارات متحده عربی (سهم تجاری: ۸.۹۲٪)	عراق (سهم تجاری: ۷.۳۷٪)	
پنج کالای عمده وارداتی ایران					
خودروهای با موتور پیستونی رفت و برگشتی (HS Code: ۸۷۰۳)	ذرت (به استثنای دانه) (HS Code: ۱۰۰۵۹)	دستگاه کمک ناوبری رادیویی (HS Code: ۸۵۲۶۹۱)	دانه های سویا (HS Code: ۱۲۰۱۰۰)	برنج نیمه آسیاب یا کاملاً آسیاب شده (HS Code: ۱۰۰۶۳)	

Source: World Integrated Trade Solution(WITS)

سهم ارزش افزوده بخش «تولید کک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت» از بخش مزبور در اقتصاد جهان ۲.۲ درصد است.

سهم این فعالیت از ارزش افزوده اقتصاد ایران نیز حدود ۲.۵ درصد می‌باشد. ذکر این نکته ضرورت دارد، که سهم ارزش بخش‌های

۱. دلار ایالات متحده آمریکا مدنظر است.

۲. Petroleum oils and oils obtained from bituminous

۳. Petroleum oils, etc, (excl. crude); preparation

۴. Natural gas, liquefied

۵. Polyethylene having a specific gravity >= ۰.۹۴

۶. Pistachio, fresh or dried

«استخراج نفت خام و گاز طبیعی و معدن» و «تولید کک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت» در اقتصاد جهان به ترتیب ۲.۱۳ و ۰/۷۵ درصد است. به بیان دیگر این دو بخش با وجود آنکه در اقتصاد ایران سهم بالایی به خودشان اختصاص می‌دهند (حدود ۱۴ درصد) در اقتصاد جهان کمتر از سه (۳) درصد (تقریباً حدود ۲.۹ درصد) سهم دارند. این مهم وابستگی اقتصاد ایران به نفت را به وضوح نمایان می‌سازد.

جدول (۸) : ستانده و ارزش افزوده اقتصاد جهان و ایران به تفکیک فعالیت در سال ۲۰۱۶/میلیون دلار- درصد

فعالیت	کد	جهان		ایران		نسبت ایران به جهان	
		ارزش افزوده	ستانده	ارزش افزوده	ستانده	ارزش افزوده	ستانده
کشاورزی و جنگلداری	D۰۱T۰۲	۵,۳۰۶,۸۸۶	۲,۸۷۵,۹۰۴	۶۶,۳۲۵	۳۹,۸۲۵	۱.۲۵	۱.۳۸
ماهیگیری و آبرزی پروی	D۰۳	۴۶۲,۱۲۲	۲۶۲,۵۵۵	۳,۵۹۴	۲,۲۰۵	۰.۷۸	۰.۸۴
استخراج نفت خام و گاز طبیعی و معدن	D۰۵T۰۶	۲,۵۶۹,۰۲۲	۱,۵۱۰,۱۸۶	۵۵,۹۸۳	۵۲,۱۲۶	۲.۱۸	۳.۴۵
استخراج کانه‌های فلزی و سایر معادن	D۰۷T۰۸	۱,۱۷۲,۳۷۰	۵۶۳,۴۲۴	۵,۲۷۷	۳,۷۶۵	۰.۴۵	۰.۶۷
تولید فرآورده‌های غذایی و آشامیدنی‌ها	D۱۰T۱۲	۶,۵۱۸,۱۳۸	۱,۶۸۱,۵۹۱	۳۱,۴۹۴	۱۰,۰۶۳	۰.۴۸	۰.۶۰
تولید منسوجات و پوشاک	D۱۳T۱۵	۲,۴۹۸,۲۴۰	۶۳۸,۹۲۶	۹,۰۹۹	۴,۶۰۳	۰.۳۶	۰.۷۲
تولید چوب و فرآورده‌های چوب	D۱۶	۶۶۲,۱۵۵	۱۹۶,۲۳۶	۴,۱۸۴	۲,۱۸۳	۰.۶۳	۱.۱۱
تولید کاغذ و فرآورده‌های کاغذی	D۱۷T۱۸	۱,۴۳۷,۴۱۱	۴۵۱,۴۴۰	۳,۸۶۸	۱,۴۱۴	۰.۲۷	۰.۳۱
تولید کک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت	D۱۹	۲,۶۱۲,۴۶۲	۵۲۹,۸۱۲	۲۰,۸۹۲	۱۱,۶۶۸	۰.۸۰	۲.۲۰
تولید مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی	D۲۰	۳,۳۹۳,۳۲۱	۹۷۳,۰۷۳	۲۹,۱۶۸	۱۰,۴۲۸	۰.۸۶	۱.۰۷
تولید داروها و فرآورده‌های دارویی شیمیایی و گیاهی	D۲۱	۱,۳۳۳,۸۱۹	۵۷۱,۵۸۲	۳,۸۱۰	۱,۶۴۸	۰.۲۹	۰.۲۹
تولید فرآورده‌های لاستیکی و پلاستیکی	D۲۲	۱,۶۱۳,۸۶۸	۴۵۶,۶۱۵	۸,۵۳۶	۱,۶۶۸	۰.۵۳	۰.۳۷
تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی	D۲۳	۱,۷۳۷,۹۳۵	۵۵۱,۵۳۰	۱۲,۲۹۷	۵,۹۵۳	۰.۷۱	۱.۰۸
تولید فلزات پایه	D۲۴	۳,۳۴۶,۸۵۰	۷۲۴,۱۴۶	۲۲,۹۲۶	۶,۹۱۲	۰.۶۹	۰.۹۵
تولید محصولات فلزی ساخته شده، به جز ماشین-آلات و تجهیزات	D۲۵	۲,۲۱۷,۹۷۸	۷۴۶,۲۶۰	۱۱,۸۲۴	۴,۶۶۹	۰.۵۳	۰.۶۳
ساخت محصولات رایانه‌ای، الکترونیکی و نوری	D۲۶	۳,۳۴۶,۰۰۸	۱,۰۴۳,۱۰۷	۹۷۳	۴۲۸	۰.۰۳	۰.۰۴
تولید تجهیزات برقی	D۲۷	۱,۷۸۰,۶۰۶	۵۰۴,۲۹۴	۵,۴۵۰	۱,۶۳۳	۰.۳۱	۰.۳۲

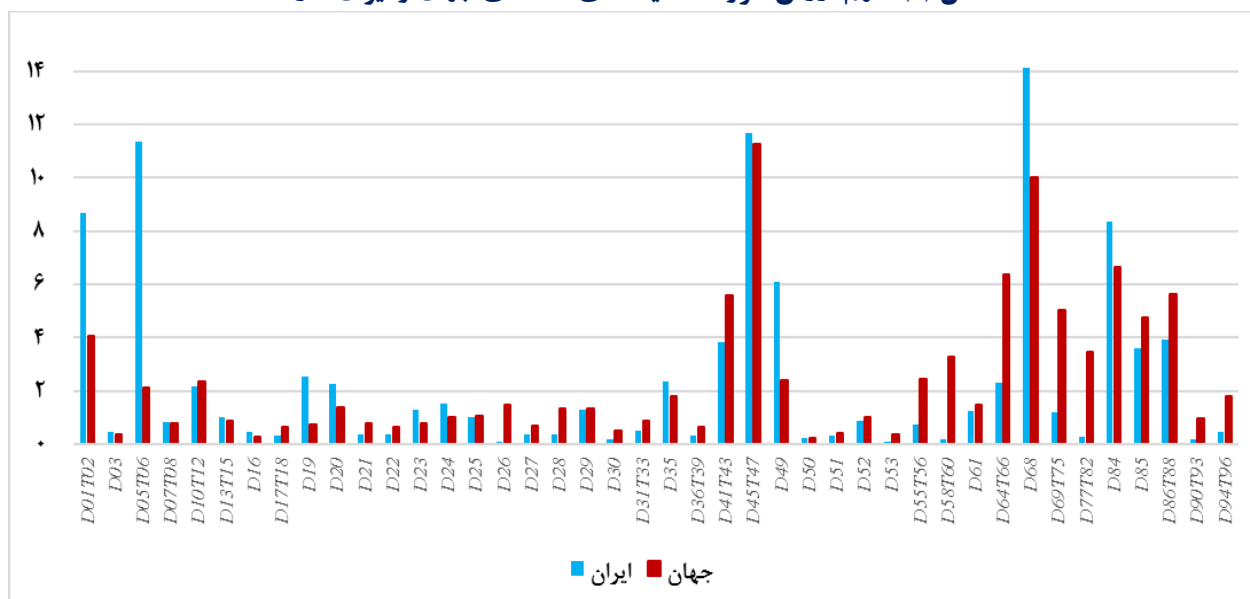
۰.۱۸	۰.۱۶	۱,۶۹۸	۴,۵۸۴	۹۴۲,۱۵۹	۲,۹۱۴,۳۲۳	D۲۸	تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر
۰.۶۲	۰.۵۵	۵,۹۱۲	۲۲,۴۴۱	۹۴۸,۸۵۱	۴,۰۷۹,۱۹۳	D۲۹	تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر
۰.۲۴	۰.۱۷	۸۹۲	۱,۸۵۵	۳۶۸,۸۹۳	۱,۱۱۱,۳۶۳	D۳۰	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل
۰.۳۸	۰.۲۸	۲,۴۲۶	۴,۷۳۰	۶۳۶,۵۲۵	۱,۶۸۶,۸۹۴	D۳۱T۳۳	تولید مبلمان، سایر مصنوعات
۰.۸۴	۰.۴۷	۱۰,۸۳۴	۱۵,۷۲۵	۱,۲۸۳,۸۹۹	۳,۳۶۳,۶۷۸	D۳۵	تأمین برق، گاز، بخار و تهویه هوا
۰.۳۱	۰.۲۹	۱,۴۷۵	۲,۷۱۶	۴۶۹,۰۳۲	۹۲۹,۳۰۶	D۳۶T۳۹	تصفیه و تأمین آب و بازیافت
۰.۴۴	۰.۶۱	۱۷,۵۹۲	۶۳,۷۱۶	۳,۹۵۵,۸۴۸	۱۰,۴۵۱,۳۲۴	D۴۱T۴۳	ساختمان
۰.۶۷	۰.۵۲	۵۳,۶۳۷	۶۸,۷۳۵	۷,۹۷۰,۶۴۷	۱۳,۲۶۵,۲۳۶	D۴۵T۴۷	عمده فروشی و خرده فروشی
۱.۶۴	۱.۲۶	۲۸,۰۴۳	۴۳,۵۲۸	۱,۷۰۷,۵۸۶	۳,۴۵۰,۵۱۵	D۴۹	حمل و نقل زمینی
۰.۶۳	۰.۳۸	۱,۱۲۹	۲,۲۹۸	۱۷۸,۴۶۳	۶۰۰,۱۵۸	D۵۰	حمل و نقل آبی
۰.۴۷	۰.۲۹	۱,۴۴۲	۲,۳۸۱	۳۰۶,۷۷۲	۸۲۵,۹۰۷	D۵۱	حمل و نقل هوایی
۰.۵۶	۰.۳۳	۴,۰۷۹	۵,۱۷۴	۷۲۶,۲۷۸	۱,۵۷۷,۴۳۳	D۵۲	انبارداری و فعالیت‌های پشتیبانی حمل و نقل
۰.۱۸	۰.۱۳	۴۴۷	۶۱۸	۲۵۲,۴۵۷	۴۷۲,۶۱۹	D۵۳	پست و پیک
۰.۲۰	۰.۲۰	۳,۴۹۴	۷,۱۱۹	۱,۷۳۵,۵۸۶	۳,۶۴۸,۰۱۱	D۵۵T۵۶	خدمات هتل و رستوران
۰.۰۴	۰.۰۴	۹۳۳	۱,۴۷۶	۲,۳۱۹,۳۶۱	۴,۰۸۴,۹۵۵	D۵۸T۶۰	اطلاعات (فعالیت‌های انتشاراتی، تولید فیلم و ...)
۰.۵۵	۰.۳۹	۵,۷۱۰	۸,۵۶۶	۱,۰۴۷,۳۱۸	۲,۱۷۷,۴۲۳	D۶۱	مخابرات
۰.۲۳	۰.۲۴	۱۰,۵۲۳	۱۸,۲۸۸	۴,۵۰۱,۹۷۷	۷,۶۱۸,۰۸۸	D۶۴T۶۶	خدمات مالی و بیمه
۰.۹۱	۰.۷۴	۶۴,۷۶۰	۶۹,۷۰۴	۷,۰۷۹,۸۳۹	۹,۴۰۲,۸۸۴	D۶۸	املاک و مستغلات
۰.۱۶	۰.۱۱	۵,۵۶۹	۷,۱۰۹	۳,۵۷۳,۱۶۵	۶,۳۱۳,۰۱۰	D۶۹T۷۵	فعالیت‌های حرفه‌ای، علمی و نهاده
۰.۰۵	۰.۰۷	۱,۲۶۲	۳,۰۰۶	۲,۴۵۹,۳۲۴	۴,۲۶۲,۴۲۱	D۷۷T۸۲	فعالیت‌های اداری و خدمات پشتیبانی
۰.۸۱	۰.۷۱	۳۸,۳۵۶	۵۲,۳۹۹	۴,۷۰۹,۹۸۵	۷,۳۳۱,۳۷۴	D۸۴	اداره امور عمومی و تأمین اجتماعی
۰.۴۹	۰.۴۸	۱۶,۵۲۵	۲۰,۹۸۴	۳,۳۵۰,۰۹۳	۴,۳۴۰,۸۹۸	D۸۵	آموزش
۰.۴۵	۰.۳۹	۱۷,۹۵۰	۲۴,۴۶۰	۳,۹۸۹,۸۹۷	۶,۳۰۲,۰۷۱	D۸۶T۸۸	بهداشت و مددکار اجتماعی
۰.۱۲	۰.۱۰	۷۹۶	۱,۲۰۳	۶۷۶,۳۳۱	۱,۱۸۸,۸۷۹	D۹۰T۹۳	هنر، سرگرمی و تفریح

۰.۱۷	۰.۲۰	۲,۱۸۱	۳,۹۴۱	۱,۲۶۴,۰۲۳	۲,۰۰۵,۵۵۹	D۹۴T۹۶	سایر فعالیت‌های خدماتی
۰.۶۵	۰.۵۲	۴۵۸,۸۵۵	۷۵۲,۴۵۸	۷۰,۷۳۴,۹۹۱	۱۴۵,۴۱۲,۷۱۴		کل

مأخذ: جهانگرد و همکاران (۱۴۰۲)

شکل ۸، سهم بخشی ارزش افزوده اقتصاد جهان و اقتصاد ایران را نشان می‌دهد. به بیان دیگر این نمودار سهم ارزش افزوده هر فعالیت از کل ارزش افزوده ایران/ جهان را ارائه می‌دهد. به عنوان نمونه، فعالیت «کشاورزی و جنگلداری» حدود نه (۹) درصد ارزش افزوده اقتصاد ایران را به خود اختصاص می‌دهد. در حالی که در مقیاس جهانی، سهم این فعالیت حدود چهار (۴) درصد از کل ارزش افزوده اقتصاد جهانی می‌باشد. «استخراج نفت خام و گاز طبیعی و معدن» در سال ۲۰۱۶ بیش از یازده (۱۱) درصد ارزش افزوده اقتصاد ایران شامل می‌شود در حالی که در اقتصاد جهانی سهم این فعالیت حدود دو (۲) درصد است. از دیگر فعالیت‌هایی که سهم آن‌ها از اقتصاد داخلی بیشتر از اقتصاد جهانی است، می‌توان به «تولید کک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت»، «تولید مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی»، «حمل و نقل زمینی»، «املاک و مستغلات» و «اداره امور عمومی و دفاع؛ تأمین اجتماعی اجباری» اشاره کرد.

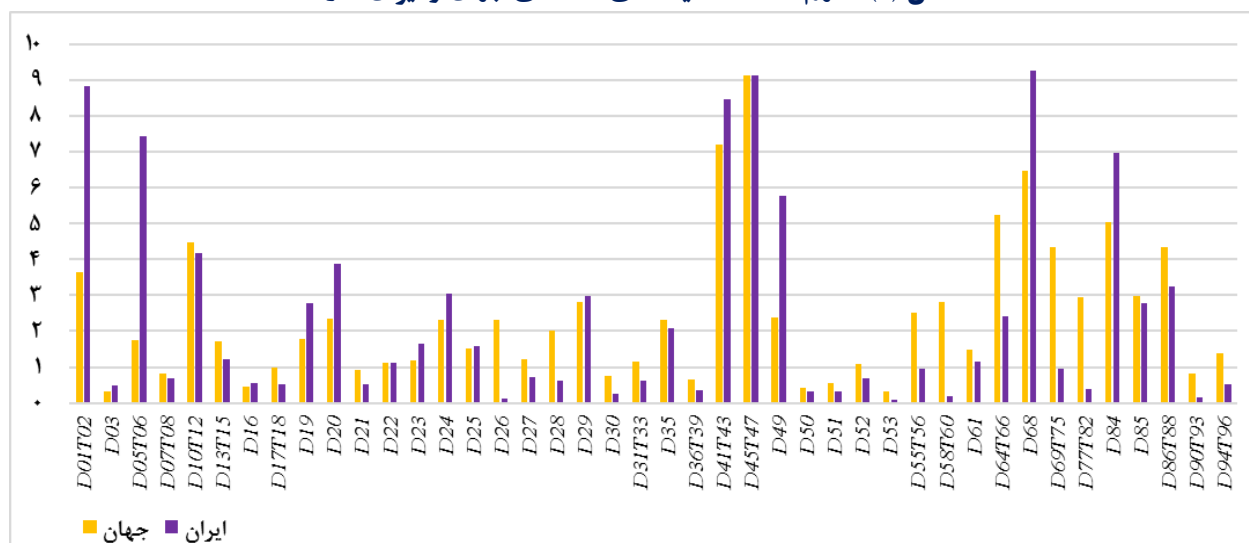
شکل (۸): سهم ارزش افزوده فعالیت‌های اقتصادی جهان و ایران/ درصد



مأخذ: جهانگرد و همکاران (۱۴۰۲)

شکل ۹، سهم بخشی تولید در اقتصاد جهان و اقتصاد ایران را نشان می‌دهد. سهم تولید فعالیت‌ها شباهت زیادی به سهم بخشی ارزش افزوده دارد. به عنوان نمونه سهم تولید فعالیت‌های «کشاورزی و جنگلداری» و «استخراج نفت خام و گاز طبیعی و معدن» اقتصاد ایران به مراتب بیشتر از سهم آن فعالیت‌ها در اقتصاد جهانی است. در مقابل، سهم تولید فعالیت‌هایی مانند «ساخت محصولات رایانه‌ای، الکترونیکی و نوری» و «خدمات مالی، بیمه و فعالیت جانبی مرتبط» در اقتصاد ایران به مراتب پایین‌تر از اقتصاد جهانی است.

شکل (۹): سهم ستانده فعالیت‌های اقتصادی جهان و ایران / درصد



مأخذ: جهانگرد و همکاران (۱۴۰۲)

مطابق جدول ۹، اقتصاد ایران مطابق جدول مذکور در سال ۲۰۱۶ معادل ۹۷/۳ میلیارد دلار صادرات داشته که بیشترین آن مربوط به فعالیت‌های استخراج نفت خام و گاز طبیعی و معدن، تولید مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی، عمده فروشی و خرده فروشی، حمل و نقل زمینی و مخابرات است. نسبت صادرات به تولید فعالیت‌های استخراج نفت خام و گاز طبیعی و معدن، حمل و نقل آبی، حمل و نقل زمینی، تولید مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی، تولید کک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت از سایر فعالیت‌های اقتصاد ایران بیشتر است. به طوری کلی ۸۶.۵ درصد کل صادرات ایران یعنی حدود ۸۴ میلیارد دلار آن صادرات واسطه‌ای به فعالیت‌های اقتصادی دیگر کشورهای جهان است و ۱۳.۵ درصد صادرات ایران یعنی حدود ۱۳ میلیارد دلار مربوط به صادرات برای مصارف نهایی دیگر کشورهای جهان می‌باشد.

جدول (۹): ستانده و صادرات اقتصاد ایران به تفکیک فعالیت در سال ۲۰۱۶ / میلیون دلار - درصد

ایران					کد	فعالیت
نسبت صادرات به تولید	ستانده	صادرات نهایی	صادرات واسطه‌ای	کل صادرات		
۵٪	۶۶,۳۲۵	۵۷۹	۲۸۰۰	۳۳۷۹	D۰۱T۰۲	کشاورزی و جنگلداری
۷٪	۳,۵۹۴	۲۱۹	۲۲	۲۴۱	D۰۳	ماهیگیری و آبی‌پرو
۷۴٪	۵۵,۹۸۳	-۲۳۵۷	۴۳۷۶۸	۴۱۴۱۱	D۰۵T۰۶	استخراج نفت خام و گاز طبیعی و معدن
۲۳٪	۵,۲۷۷	-۳۲۶۵	۴۴۶۱	۱۱۹۵	D۰۷T۰۸	استخراج کانه‌های فلزی و سایر معادن
۱۱٪	۳۱,۴۹۴	۲۳۸۱	۱۰۵۶	۳۴۳۷	D۱۰T۱۲	تولید فرآورده‌های غذایی و آشامیدنی‌ها
۱۷٪	۹,۰۹۹	۱۱۳۴	۴۸۵	۱۶۱۹	D۱۳T۱۵	تولید منسوجات و پوشاک

۱٪	۴,۱۸۴	-۱۴	۶۱	۴۷	D۱۶	تولید چوب و فرآورده‌های چوب
۳٪	۳,۸۶۸	-۸۰۲	۸۷۵	۷۳	D۱۷T۱۸	تولید کاغذ و فرآورده‌های کاغذی
۲۵٪	۲۰,۸۹۲	-۱۸۴۶	۶۹۹۱	۵۱۴۵	D۱۹	تولید کک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت
۳۸٪	۲۹,۱۶۸	-۵۹۸۱	۱۷۰۵۵	۱۱۰۷۵	D۲۰	تولید مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی
۱۳٪	۳,۸۱۰	۳۰۹	۱۷۵	۴۸۴	D۲۱	تولید داروها و فرآورده‌های دارویی شیمیایی و گیاهی
۱۲٪	۸,۵۳۶	۹۱۷	۱۶۱	۱۰۷۸	D۲۲	تولید فرآورده‌های لاستیکی و پلاستیکی
۱۰٪	۱۲,۲۹۷	۸۸۴	۳۸۰	۱۲۶۴	D۲۳	تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی
۱۵٪	۲۲,۹۲۶	۷۳۱	۲۷۴۰	۳۴۷۰	D۲۴	تولید فلزات پایه
۴٪	۱۱,۸۲۴	۳۱۰	۱۶۵	۴۷۵	D۲۵	تولید محصولات فلزی ساخته شده، به جز ماشین‌آلات و تجهیزات
۱۶٪	۹۷۳	۷۹	۸۱	۱۶۰	D۲۶	ساخت محصولات رایانه‌ای، الکترونیکی و نوری
۸٪	۵,۴۵۰	۳۸۲	۶۳	۴۴۴	D۲۷	تولید تجهیزات برقی
۵٪	۴,۵۸۴	۳۶	۱۸۱	۲۱۷	D۲۸	تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر
۱٪	۲۲,۴۴۱	۷۹	۱۱۸	۱۹۸	D۲۹	تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر
۲٪	۱,۸۵۵	۳۴	۱۱	۴۵	D۳۰	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل
۳٪	۴,۷۳۰	-۲۲	۱۵۵	۱۳۳	D۳۱T۳۳	تولید مبلمان، سایر مصنوعات
۱۶٪	۱۵,۷۲۵	۲۱۷۱	۳۷۷	۲۵۴۸	D۳۵	تأمین برق، گاز، بخار و تهویه هوا
۱٪	۲,۷۱۶	-۳۲	۶۶	۳۵	D۳۶T۳۹	تصفیه و تأمین آب و بازیافت
۰٪	۶۳,۷۱۶	-۹۷	۱۶۹	۷۳	D۴۱T۴۳	ساختمان
۹٪	۶۸,۷۳۵	۵۸۱۲	۱۵۲	۵۹۶۴	D۴۵T۴۷	عمده فروشی و خرده فروشی
۱۲٪	۴۳,۵۲۸	۴۸۹۲	۳۹۴	۵۲۸۷	D۴۹	حمل و نقل زمینی
۶۸٪	۲,۲۹۸	۱۵۴۸	۳۰	۱۵۷۸	D۵۰	حمل و نقل آبی
۶۳٪	۲,۳۸۱	۱۴۴۸	۷۲	۱۵۲۰	D۵۱	حمل و نقل هوایی
۱۶٪	۵,۱۷۴	۷۵۹	۶۶	۸۲۶	D۵۲	انبارداری و فعالیت‌های پشتیبانی حمل و نقل
۱٪	۶۱۸	-۶	۱۱	۵	D۵۳	پست و پیک

۲۶٪	۷,۱۱۹	۱۸۴۷	۵۰	۱۸۹۷	D۵۵T۵۶	خدمات هتل و رستوران
-۳۲۴٪	۱,۴۷۶	-۴۹۶۲	۱۳۴	-۴۸۲۸	D۵۸T۶۰	اطلاعات (فعالیت‌های انتشاراتی، تولید فیلم و ...)
۵۸٪	۸,۵۶۶	۴۸۶۰	۱۳۱	۴۹۹۲	D۶۱	مخابرات
۱٪	۱۸,۲۸۸	۱۳۷	۸۳	۲۲۰	D۶۴T۶۶	خدمات مالی و بیمه
۰٪	۶۹,۷۰۴	-۳۹۶	۳۹۶	۰	D۶۸	املاک و مستغلات
۹٪	۷,۱۰۹	۵۵۵	۱۰۵	۶۶۰	D۶۹T۷۵	فعالیت‌های حرفه‌ای، علمی و نهاده
۴٪	۳,۰۰۶	۱۱۳	۱	۱۱۵	D۷۷T۸۲	فعالیت‌های اداری و خدمات پشتیبانی
۱٪	۵۲,۳۹۹	۳۳۱	۰	۳۳۲	D۸۴	اداره امور عمومی و تأمین اجتماعی
۱٪	۲۰,۹۸۴	۹۰	۲۴	۱۱۴	D۸۵	آموزش
۰٪	۲۴,۴۶۰	۴۳	۶	۴۹	D۸۶T۸۸	بهداشت و مددکار اجتماعی
۱۹٪	۱,۲۰۳	۲۳۰	۱	۲۳۰	D۹۰T۹۳	هنر، سرگرمی و تفریح
۳٪	۳,۹۴۱	۲۶	۹۴	۱۲۰	D۹۴T۹۶	سایر فعالیت‌های خدماتی
۱۳٪	۷۵۲,۴۵۸	۱۳۱۵۹	۸۴۱۶۸	۹۷۳۲۷		کل

ماخذ: جهانگرد و همکاران (۱۴۰۲)

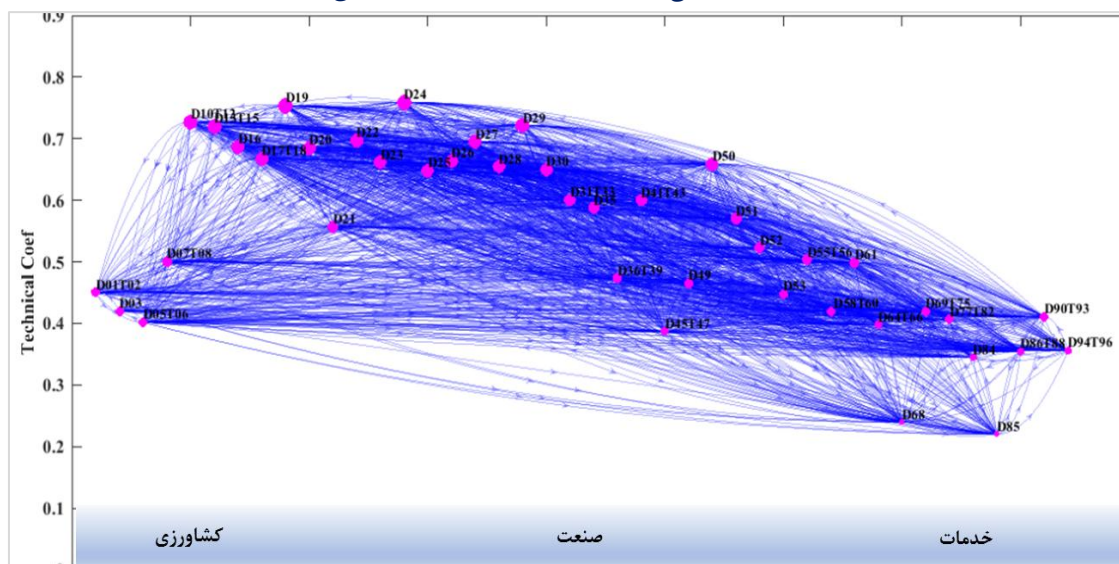
شکل ۱۰، شبکه اقتصاد جهان برگرفته از جدول داده-ستانده سال ۲۰۱۶ را نشان می‌دهد. در ارتباط با شبکه مزبور توجه به نکات زیر حائز اهمیت است؛ نود (گره‌های)^۱ این شبکه ضرایب نهاده یا نهاده فعالیت را نشان می‌دهد که محور عمودی اندازه آن را بیان می‌کند. محور افقی نیز نشان دهنده فعالیت‌های اقتصادی هستند که به ترتیب بخش‌های گروه کشاورزی، صنعت و خدمات قرار می‌گیرند. خطوط نیز روابط میان بخشی بالاتر از ۵۰۰ میلیون دلار را ارائه می‌دهد. گفتنی است، این خطوط صرفاً روابط میان بخشی بالای ۵۰۰ میلیون دلار را بدون توجه به ضرایب نهاده در شکل نمایش می‌دهد^۲. به طور نسبی فعالیت‌های صنعتی و خدماتی که ضرایب نهاده به مراتب بالاتری دارند، در شبکه اقتصاد اهمیت بالاتری دارند. به بیان دیگر، روابط میان بخشی آن فعالیت‌ها بیشتر است. کمترین میزان ضریب نهاده مربوط به فعالیت «آموزش» حدود ۲۲ درصد و بیشترین ضریب نهاده مربوط به «فلزات اساسی»

۱. Node

۲. شایان ذکر است، این نکات برای تمام شبکه‌های اقتصاد مورد بحث در این گزارش درست است. به بیان دیگر، تمامی شبکه‌های مورد بررسی در این گزارش با این مفروضات ترسیم شده‌اند.

حدود ۷۶ درصد است. به بیان دیگر، ۷۶ درصد هزینه‌های یک واحد تولید (میلیون دلار)^۱ در بخش فلزات اساسی (پایه) را مصارف (مبادلات) واسطه تشکیل می‌دهد.

شکل (۱۰): شبکه اقتصاد جهان در سال ۲۰۱۶



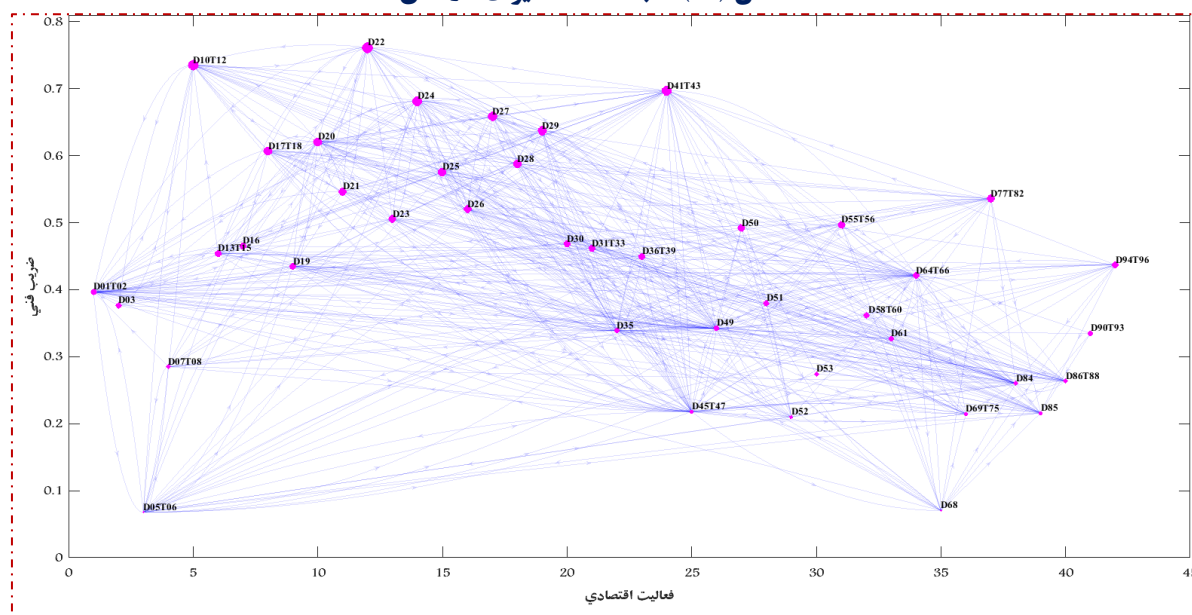
مأخذ: جهانگرد و همکاران (۱۴۰۲)

برای ایران گفتنی است، این خطوط صرفاً روابط میان بخشی بالای ۵۰ میلیون دلار را بدون توجه به ضرایب نهاده در شکل ۱۱ نمایش می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بالا بودن ضرایب نهاده در اقتصاد ایران الزاماً به معنی بالا بودن پیوند میان بخشی آن فعالیت با سایر فعالیت‌ها به شکل همگن نیست. به عنوان نمونه فعالیت «هنر، سرگرمی و تفریح» که ضریب نهاده آن به نسبت متوسط است، پیوند میان بخشی بالای ۵۰ میلیون دلار قابل توجهی با سایر فعالیت‌های اقتصاد ایران نداشته است. در حالی که فعالیت «املاک و مستغلات» با وجود آنکه ضریب نهاده آن حدود ۰/۰۷ است، پیوند میان بخشی به مراتب بالاتری با سایر فعالیت‌ها دارد.

۱. یک واحد تولید در این گزارش، یک میلیون دلار می‌باشد. شایان ذکر است، این میزان براساس جدول داده - ستانده بین کشوری محاسبه شده با لحاظ ایران تعریف می‌شود. به بیان دیگر، واحد ارزشی این جدول میلیون دلار ایالات متحده آمریکا است.

۲. شایان ذکر است، این نکات برای تمام شبکه‌های اقتصاد مورد بحث در این گزارش درست است. به بیان دیگر، تمامی شبکه‌های مورد بررسی در این گزارش با این مفروضات ترسیم شده‌اند.

شکل (۱۱): شبکه اقتصاد ایران در سال ۲۰۱۶



مأخذ: جهانگرد و همکاران (۱۴۰۲)

۲-۳- ویژگی‌های جدول سال ۲۰۲۰

مطابق اسناد منتشره OECD، اطلاعات جدول داده-ستانده بین کشوری سال ۲۰۲۰، برای ۷۶ کشور (یعنی ۳۸ کشور عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و ۳۸ اقتصاد غیر عضو) و همچنین سایر کشورهای جهان^۱ ارائه شده است. در این جدول، درباره قبرس توسط ترکیه و اتحادیه اروپا اختلاف بوده است که مطابق اطلاعات ترکیه، اطلاعات مندرج در این سند درباره "قبرس"، به بخش جنوبی جزیره اشاره دارد. هیچ مرجع واحدی وجود ندارد که نمایندگی مردم ترک قبرسی و یونانی قبرسی را در کل جزیره بر عهده داشته باشد. ترکیه جمهوری ترک قبرس شمالی (TRNC) را به رسمیت می‌شناسد. تا زمانی که راه‌حلی پایدار و عادلانه در چارچوب سازمان ملل متحد حاصل نشود، ترکیه موضع خود را در قبال "مسئله قبرس" حفظ خواهد کرد. در این باره مطابق نظر کشورهای عضو اتحادیه اروپا و اتحادیه اروپا در OECD، جمهوری قبرس توسط همه اعضای سازمان ملل متحد به‌جز ترکیه به رسمیت شناخته شده است. اطلاعات ارائه شده در این سند مربوط به منطقه‌ای است که تحت کنترل مؤثر دولت جمهوری قبرس قرار دارد. هم چنین درباره اسرائیل در این جدول داده‌های آماری مربوط به اسرائیل توسط مقامات ذی‌ربط اسرائیلی یا اشخاص ثالث تهیه و ارائه شده‌اند. هم چنین تذکر داده شده که استفاده از این داده‌ها توسط سازمان OECD، نباید به‌عنوان موضع‌گیری در خصوص وضعیت بلندی‌های جولان، شرق اورشلیم و شهرک‌های اسرائیلی در کرانه باختری در چارچوب حقوق بین‌الملل تلقی شود. نسخه ۲۰۲۳ جدول ICIO بر اساس استاندارد ۲۰۰۸ SNA است؛ برای مثال هزینه‌های تحقیق و توسعه (R&D) به‌عنوان سرمایه‌گذاری ثابت ثبت می‌شوند، نه مصرف واسطه‌ای و طبقه‌بندی فعالیت‌های اقتصادی طبق نسخه ۴ استاندارد بین‌المللی ISIC (قبلاً نسخه ۳ بود) است. در این خصوص مطابق جدول ۱۲، ۴۵ فعالیت اقتصادی در جدول ICIO در نهایت آمده است. منتهی

^۱ Rest of the World

نسبت به نسخ قبلی این سازمان در خصوص انتشار جداول ICIO، کدهای جدیدی استفاده شده است که در جدول هم کدهای قدیمی و هم کدهای جدید آمده است. جدول ۱۳، هم اسامی کشورهای مورد پوشش جدول ۲۰۲۰ را نشان می‌دهد. در متن گزارش آمده است که در فایل‌های داده، اگر برای ترکیب "کشور × صنعت" مقدار NA درج شده باشد، به این معناست که اطلاعات مربوط به آن ترکیب در دسترس نیست.

جدول (۱۰): فعالیت (بخش)های جدول داده-ستانده بین کشوری سال ۲۰۲۰

ردیف	فعالیت	کد قدیم	کد جدید
۱	کشاورزی، شکار، جنگلداری	D۰۱T۰۲	A۰۱_۰۲
۲	ماهگیری و آبی‌پروری	D۰۳	A۰۳
۳	استخراج معادن - تولید محصولات انرژی	D۰۵T۰۶	B۰۵_۰۶
۴	استخراج معادن - محصولات غیر انرژی	D۰۷T۰۸	B۰۷_۰۸
۵	فعالیت‌های پشتیبانی معادن	D۰۹	B۰۹
۶	محصولات غذایی، نوشیدنی‌ها و تنباکو	D۱۰T۱۲	C۱۰T۱۲
۷	منسوجات، محصولات نساجی، چرم و کفش	D۱۳T۱۵	C۱۳T۱۵
۸	چوب و محصولات چوبی و چوب‌پنبه	D۱۶	C۱۶
۹	محصولات کاغذی و چاپ	D۱۷T۱۸	C۱۷_۱۸
۱۰	زغال سنگ و فرآورده‌های نفتی پالایش شده	D۱۹	C۱۹
۱۱	مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	D۲۰	C۲۰
۱۲	دارویی، شیمیایی و گیاهی	D۲۱	C۲۱
۱۳	محصولات لاستیکی و پلاستیکی	D۲۲	C۲۲
۱۴	سایر محصولات کانی غیر فلزی	D۲۳	C۲۳
۱۵	فلزات پایه	D۲۴	C۲۴
۱۶	محصولات فلزی ساخته شده	D۲۵	C۲۵
۱۷	تجهیزات رایانه‌ای، الکترونیکی و نوری	D۲۶	C۲۶
۱۸	تجهیزات الکتریکی	D۲۷	C۲۷
۱۹	ماشین‌آلات و تجهیزات، طبقه‌بندی نشده	D۲۸	C۲۸
۲۰	وسایل نقلیه موتوری، تریلرها و نیمه‌تریلرها	D۲۹	C۲۹
۲۱	سایر تجهیزات حمل و نقل	D۳۰	C۳۰
۲۲	سایر صنایع تولیدی؛ تعمیر و نصب تجهیزات	D۳۱T۳۳	C۳۱T۳۳
۲۳	تأمین برق، گاز، بخار و تهویه مطبوع	D۳۵	D
۲۴	تأمین آب؛ فاضلاب، مدیریت پسماند و بازیافت	D۳۶T۳۹	E

F	D ^{۴۱} T ^{۴۳}	ساختمان	۲۵
G	D ^{۴۵} T ^{۴۷}	عمده‌فروشی و خرده‌فروشی؛ تعمیر وسایل نقلیه	۲۶
H ^{۴۹}	D ^{۴۹}	حمل‌ونقل زمینی و از طریق خطوط لوله	۲۷
H ^{۵۰}	D ^{۵۰}	حمل‌ونقل آبی	۲۸
H ^{۵۱}	D ^{۵۱}	حمل‌ونقل هوایی	۲۹
H ^{۵۲}	D ^{۵۲}	انبارداری و فعالیت‌های پشتیبانی حمل‌ونقل	۳۰
H ^{۵۳}	D ^{۵۳}	خدمات پستی و پیک	۳۱
I	D ^{۵۵} T ^{۵۶}	اقامت و خدمات غذا و نوشیدنی	۳۲
J ^{۵۸} T ^{۶۰}	D ^{۵۸} T ^{۶۰}	انتشارات، سمعی-بصری و پخش	۳۳
J ^{۶۱}	D ^{۶۱}	مخابرات	۳۴
J ^{۶۲} _۶۳	D ^{۶۲} T ^{۶۳}	فناوری اطلاعات و سایر خدمات اطلاعاتی	۳۵
K	D ^{۶۴} T ^{۶۶}	فعالیت‌های مالی و بیمه‌ای	۳۶
L	D ^{۶۸}	فعالیت‌های املاک و مستغلات	۳۷
M	D ^{۶۹} T ^{۷۵}	فعالیت‌های حرفه‌ای، علمی و فنی	۳۸
N	D ^{۷۷} T ^{۸۲}	خدمات پشتیبانی و اداری	۳۹
O	D ^{۸۴}	خدمات عمومی و دفاعی؛ تأمین اجتماعی اجباری	۴۰
P	D ^{۸۵}	آموزش	۴۱
Q	D ^{۸۶} T ^{۸۸}	سلامت و خدمات اجتماعی	۴۲
R	D ^{۹۰} T ^{۹۳}	هنر، سرگرمی و تفریح	۴۳
S	D ^{۹۴} T ^{۹۶}	سایر فعالیت‌های خدماتی	۴۴
T	D ^{۹۷} T ^{۹۸}	فعالیت‌های خانوار به‌عنوان کارفرما؛ تولید برای مصرف شخصی	۴۵

Source: Development of the OECD Inter Country Input-Output Database ۲۰۲۳

جدول (۱۱): کشورهای جدول داده - ستانده بین کشوری سال ۲۰۲۰

ردیف	کد کشور	نام کشور (فارسی)	ردیف	کد کشور	نام کشور (فارسی)	ردیف	کد کشور	نام کشور (فارسی)
۱	ARG	آرژانتین	۲۷	GRC	یونان	۵۳	NLD	هلند
۲	DEU	آلمان	۲۸	IND	هند	۵۴	NOR	نروژ
۳	USA	ایالات متحده آمریکا	۲۹	هندونزی	IDN	۵۵	NZL	نیوزیلند

۴	ARE	امارات	متحدہ	۳۰	ہنگ کنگ،	HKG	۵۶	PAK	پاکستان
		عربی			چین				
۵	AUS	استرالیا		۳۱	یونان	GRC	۵۷	PER	پرو
۶	AUT	اتریش		۳۲	ایسلند	ISL	۵۸	PHL	فیلیپین
۷	ESP	اسپانیا		۳۳	اسرائیل	ISR	۵۹	POL	لهستان
۸	EST	استونی		۳۴	ایتالیا	ITA	۶۰	PRT	پرتغال
۹	ZAF	آفریقای جنوبی		۳۵	اردن	JOR	۶۱	ROU	رومانی
۱۰	UKR	اوکراین		۳۶	ژاپن	JPN	۶۲	RUS	فدراسیون روسیه
۱۱	UZB	ازبکستان		۳۷	قزاقستان	KAZ	۶۳	SAU	عربستان سعودی
۱۲	IRL	ایرلند		۳۸	کامبوج	KHM	۶۴	SEN	سنگال
۱۳	ISL	ایسلند		۳۹	کره	KOR	۶۵	SGP	سنگاپور
۱۴	ISR	اسرائیل		۴۰	لائوس	LAO	۶۶	SVK	اسلواکی
۱۵	ITA	ایتالیا		۴۱	لتونی	LVA	۶۷	SVN	اسلوونی
۱۶	JOR	اردن		۴۲	لیتوانی	LTU	۶۸	SWE	سوئد
۱۷	JPN	ژاپن		۴۳	لوکزامبورگ	LUX	۶۹	THA	تایلند
۱۸	KAZ	قزاقستان		۴۴	مراکش	MAR	۷۰	TUN	تونس
۱۹	KHM	کامبوج		۴۵	مالت	MLT	۷۱	TUR	ترکیه
۲۰	KOR	کره		۴۶	مالزی	MYS	۷۲	TWN	تایوان (چین تایپه)
۲۱	LAO	لائوس		۴۷	مکزیک	MEX	۷۳	UKR	اوکراین
۲۲	LVA	لتونی		۴۸	میانمار	MMR	۷۴	USA	ایالات متحده آمریکا
۲۳	LTU	لیتوانی		۴۹	نیجریه	NGA	۷۵	VNM	ویتنام
۲۴	LUX	لوکزامبورگ		۵۰	هلند	NLD	۷۶	ZAF	آفریقای جنوبی
۲۵	MAR	مراکش		۵۱	نروژ	NOR	۷۷	WXD	سایر کشورهای جهان

Source: Development of the OECD Inter Country Input-Output Database ۲۰۲۳

جدول ۱۴، یک مثال سه کشوری دو بخشی را از ساختار جدول داده-ستانده بین کشوری را نشان می‌دهد. این ناحیه، ماتریس مربع با [رتبه] ۳۴۶۶ سطر و ستون است.^۱

ناحیه دوم نیز تقاضای نهایی داخلی و میان کشوری را ارائه می‌کند. در ناحیه سوم نیز ارزش افزوده فعالیت‌ها در سطح جهان نشان داده می‌شود. به بیان دیگر، رتبه ماتریس ارزش افزوده یک سطر و ۳۴۶۶ ستون (فعالیت) می‌باشد. همانطور که در جدول ۱۴، مشاهده می‌شود بین ناحیه اول و دوم، به ازای هر کشور در جدول یک سطر وجود دارد که «مالیات منهای یارانه بر کالاها»^۲ را نشان می‌دهد (ماتریس ۷۷ اقتصاد در ۳۴۶۶ فعالیت). اجزای تقاضای نهایی جدول ICIO شامل؛ «مخارج نهایی خانوار»^۳، «موسسات غیر انتفاعی خصوصی در خدمت خانوارها»^۴، «مخارج نهایی دولت»^۵؛ «تشکیل سرمایه ثابت ناخالص»^۶، «تغییرات موجودی انبار و ارزش‌ها»^۷ و «خریدهای مستقیم ساکنان (یک کشور) از خارج از کشور»^۸ است. این ماتریس ۳۴۶۶ سطری (فعالیت اصلی)، در ۷۷ اقتصاد و ۶ جزء (۴۶۲ ستون) می‌باشد. ((۷۷*۶)) * (۳۴۶۶)).

۱. "۳۴۶۶" origin sectors x "۳۴۶۶" destination sectors

۲. Taxes less subsidies on intermediate and final products

۳. Household Final Consumption Expenditure

۴. Non-Profit Institutions Serving Households

۵. General Government Final Consumption

۶. Gross Fixed Capital Formation

۷. Changes in Inventories and Valuables

۸ Direct purchases abroad by residents

جدول (۱۲): جداول داده-ستانده بین‌کشوری (ICIO)، براساس گزارش نسخه سال ۲۰۲۳

			Intermediate use										Final Demand										Output at basic prices				
			Country ۱		Country ۲		...		Country ۷۷		Country ۱					[...]		Country ۷۷									
			Ind ۱ ... Ind ۴۵		Ind ۱ ... Ind ۴۵		...		Ind ۱ ... Ind ۴۵		HFCE NPISH GGFC GFCF INVNT DPABR							HFCE NPISH GGFC GFCF INVNT DPABR									
			(Z)										(FD)					[...]		(FD)					(X)		
Country ۱			Industry ۱ Industry ۴۵																	[...]							
Country ۲			Industry ۱ Industry ۴۵																								
...																											
Country ۷۷			Industry ۱ Industry ۴۵																								
Taxes less subsidies on intermediate and final products			(TLS)										[TLS]					[...]		[TLS]							
Value added at basic prices			(VA)																								
Output at basic prices			(X)																								

توضیحات مربوط به نمادهای نمودار و شکل فوق به شرح زیر هستند:

Z: مصرف واسطه‌ای به قیمت‌های پایه

TLS: مالیات منهای یارانه بر محصولات واسطه‌ای و نهایی

VA: ارزش افزوده به قیمت‌های پایه

X: تولید به قیمت‌های پایه

تقاضای نهایی:

HFCE: مصرف نهایی خانوارها

NPISH: مؤسسات غیرانتفاعی خدمت‌رسان به خانوارها

GGFC: مصرف نهایی دولت عمومی

GFCF: تشکیل سرمایه ثابت ناخالص

INVNT: تغییرات موجودی و دارایی‌های باارزش

DPABR: خرید مستقیم ساکنان از خارج کشور.

جدول (۱۳): تجارت کالایی سال ۲۰۲۰ جهان در یک نگاه

تجارت کالایی جهان					
واردات (CIF)	۱۷۳۵۴ میلیارد دلار ^۱	تعداد کالای وارد شده	۴۶۴۳	تعداد شرکای وارداتی	۲۳۹
صادرات (FoB)	۱۹۳۶۲ میلیارد دلار	تعداد کالای صادر شده	۴۶۱۵	تعداد شرکای صادراتی	۲۳۸
پنج کشور عمده صادراتی کالایی جهان					
چین (سهم تجاری: ۱۵.۵۷٪)	ایالات متحده آمریکا (سهم تجاری: ۸.۰۱٪)	آلمان (سهم تجاری: ۷.۴۵٪)	ژاپن (سهم تجاری: ۴.۱۶٪)	کره جنوبی (سهم تجاری: ۳.۳۲٪)	
پنج کالای عمده عمده وارداتی جهان					
نفت و مواد نفتی (HS Code: ۲۷۰۹)	روغن‌های پتروشیمی، سایر (HS Code: ۲۷۰۹)	طلای خام (HS Code: ۷۱۰۸)	وسیله نقلیه دیزلی (HS Code: ۸۷۰۳)	تراشه و ریز تراشه (HS Code: ۸۵۴۲)	

Source: World Integrated Trade Solution(WITS)

جدول ۱۳، تجارت کالایی جهان در سال ۲۰۲۰ را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود در سال ۲۰۲۰ میزان کالاهای صادراتی در اقتصاد جهان حدود ۱۹.۳ هزار میلیارد دلار بوده است و حدود ۱۷.۳ هزار میلیارد دلار نیز واردات صورت گرفته است. کشورهای عمده صادراتی به ترتیب، شامل چین، ایالات متحده آمریکا، آلمان، ژاپن و کره جنوبی هستند. در سمت مقابل بازارهای مقصد (کشورهای عمده وارداتی) به ترتیب ایالات متحده آمریکا، چین، آلمان، بریتانیا^۲ و هنگ کنگ هستند^۳.

مطابق جدول داده ستانده بین کشوری سال ۲۰۲۰، تولید ناخالص داخلی جهان معادل ۷۹۷۰۹۱۴۷ میلیون دلار است و نسبت ارزش افزوده به ستانده حدود ۰.۴۸ است. مطابق جدول ۱۴ و شکل ۱۲، در سطح جهان ارزش افزوده فعالیت‌های عمده‌فروشی و خرده‌فروشی؛ تعمیر وسایل نقلیه موتوری، فعالیت‌های مستغلات، اداره عمومی و دفاع؛ تأمین اجتماعی اجباری، فعالیت‌های مالی و

۱. دلار ایالات متحده آمریکا مدنظر است.

۲. United Kingdom

۳. لازم به ذکر است، تفاوت میان واردات و صادرات جهانی می‌تواند به چند دلیل باشد، نخست، ارزش‌گذاری صادرات به قیمت فوب (Free on Board (FOB)) و ارزش‌گذاری واردات به قیمت سیف (Cost, Insurance, Freight (CIF))، دوم، تفاوت میان مقدار صادرات و واردات اظهار شده ناشی از شامل شدن یا نشدن برخی کالاها در محاسبه صادرات و واردات و سوم، زمان اظهار نظر داده‌های تجاری.

بیمه‌ای، بهداشت و فعالیت‌های مددکاری اجتماعی، ساختمان و فعالیت‌های حرفه‌ای، علمی و فنی، بیشترین ارزش افزوده را به ترتیب نسبت به بقیه فعالیت‌ها دارند و فعالیت‌های پشتیبانی معدن‌کاری، حمل‌ونقل هوایی، چوب و محصولات چوبی و چوب‌پنبه، فعالیت‌های خانوارها به عنوان کارفرما؛ تولید کالا و خدمات توسط خانوار برای مصرف شخصی، حمل‌ونقل آبی، فعالیت‌های پستی و پیک، ماهی‌گیری و آبی‌پروری، سایر تجهیزات حمل‌ونقل و محصولات کاغذی و چاپ به ترتیب کمترین ارزش افزوده را دارند.

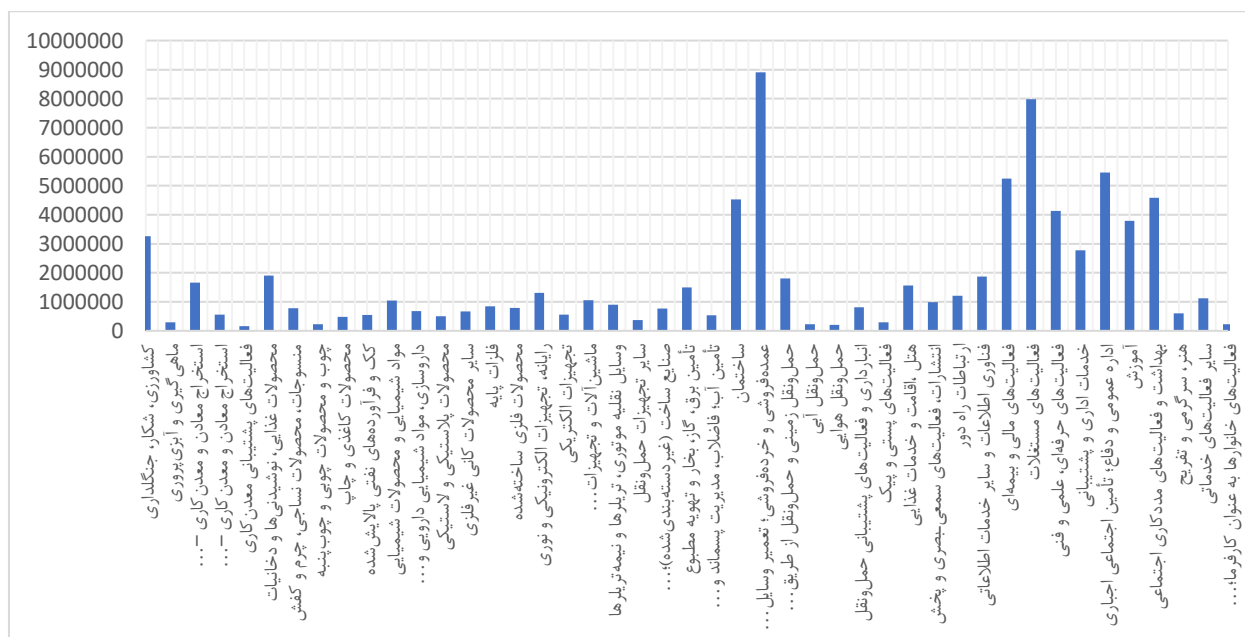
جدول (۱۴): ارزش افزوده و ستانده فعالیت‌های اقتصادی سال ۲۰۲۰ جهان

فعالیت‌های اقتصادی	ستانده	ارزش افزوده
کشاورزی، شکار، جنگلداری	۶۳۸۷۵۷۲	۳۲۶۲۲۰۱
ماهی‌گیری و آبی‌پروری	۵۵۶۸۵۵,۱	۲۹۶۰۲۰,۴
استخراج معادن و معدن‌کاری - محصولات انرژی	۳۰۶۵۹۱۸	۱۶۶۵۶۴۶
استخراج معادن و معدن‌کاری - محصولات غیرانرژی	۱۱۶۱۱۱۶	۵۵۴۰۵۹,۹
فعالیت‌های پشتیبانی معدن‌کاری	۳۷۹۳۰,۹	۱۵۶۷۹۳,۹
محصولات غذایی، نوشیدنی‌ها و دخانیات	۷۱۸۱۶۸۰	۱۹۰۷۱۶۳
منسوجات، محصولات نساجی، چرم و کفش	۲۸۶۴۶۲۸	۷۷۷۲۷۸,۷
چوب و محصولات چوبی و چوب‌پنبه	۷۴۹۶۱۷,۱	۲۲۲۱۵۸,۲
محصولات کاغذی و چاپ	۱۵۳۴۱۱۳	۴۸۰۷۶۹
کک و فرآورده‌های نفتی پالایش‌شده	۲۷۴۱۴۸۵	۵۵۰۳۵۰,۷
مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	۳۶۸۰۶۲۰	۱۰۳۸۶۵۷
داروسازی، مواد شیمیایی دارویی و گیاهان دارویی	۱۶۰۹۱۷۲	۶۸۱۱۹۵,۳
محصولات پلاستیکی و لاستیکی	۱۷۹۵۰۳۸	۵۰۵۶۸۳,۷
سایر محصولات کانی غیرفلزی	۲۰۱۹۶۲۶	۶۶۴۶۸۴,۹
فلزات پایه	۳۹۵۲۷۶۲	۸۴۸۳۸۳,۴
محصولات فلزی ساخته‌شده	۲۴۷۳۶۹۳	۷۹۴۳۷۵,۱
رایانه، تجهیزات الکترونیکی و نوری	۴۰۱۵۶۶۵	۱۳۱۳۲۱۵
تجهیزات الکتریکی	۲۰۶۹۰۸۲	۵۵۵۳۰۱,۷
ماشین‌آلات و تجهیزات (غیردسته‌بندی‌شده در جای دیگر)	۳۲۹۳۸۴۰	۱۰۵۵۹۴۸
وسایل نقلیه موتوری، ترلرها و نیمه‌ترلرها	۳۹۴۲۷۳۷	۹۰۵۳۳۳,۵
سایر تجهیزات حمل‌ونقل	۱۱۲۳۸۴۵	۳۷۰۳۹۷
صنایع ساخت (غیردسته‌بندی‌شده)؛ تعمیر و نصب ماشین‌آلات و تجهیزات	۲۰۲۰۹۰۱	۷۶۴۷۰۴,۲
تامین برق، گاز، بخار و تهویه مطبوع	۳۹۱۲۸۶۴	۱۴۹۷۴۹۵
تامین آب؛ فاضلاب، مدیریت پسماند و فعالیت‌های اصلاح محیط زیست	۱۱۶۸۰۵۷	۵۳۸۰۵۰,۵
ساختمان	۱۲۴۷۷۶۸۵	۴۵۲۳۸۱۸
عمده‌فروشی و خرده‌فروشی؛ تعمیر وسایل نقلیه موتوری	۱۵۵۰۶۵۷۸	۸۹۰۶۴۸۹
حمل‌ونقل زمینی و حمل‌ونقل از طریق خطوط لوله	۳۹۰۸۶۱۸	۱۸۰۵۶۵۱
حمل‌ونقل آبی	۷۶۹۴۵۵,۲	۲۲۶۰۰۵,۴
حمل‌ونقل هوایی	۶۷۹۰۵۸,۱	۲۱۰۶۱۶,۶
انبارداری و فعالیت‌های پشتیبانی حمل‌ونقل	۱۸۰۲۲۷۲	۸۱۵۴۰۷
فعالیت‌های پستی و پیک	۵۵۲۳۶۱	۲۸۸۸۴۵,۲
هتل، اقامت و خدمات غذایی	۳۴۲۴۶۵۷	۱۵۵۶۶۱۸
انتشارات، فعالیت‌های سمعی-بصری و پخش	۱۸۸۵۲۰۲	۹۸۳۵۳۸,۷
ارتباطات راه دور	۲۳۶۸۱۶۴	۱۲۰۶۱۳۰

۱۸۷۴۸۲۷	۳۳۱۸۳۲۱	فناوری اطلاعات و سایر خدمات اطلاعاتی
۵۲۴۶۵۳۷	۸۸۹۸۱۲۲	فعالیت‌های مالی و بیمه‌ای
۷۹۷۷۶۶۴	۱۰۶۹۸۰۱۹	فعالیت‌های مستغلات
۴۱۳۲۱۲۰	۷۸۳۸۱۶۲	فعالیت‌های حرفه‌ای، علمی و فنی
۲۷۷۲۸۴۶	۴۴۲۷۷۳۳	خدمات اداری و پشتیبانی
۵۴۵۷۴۵۱	۸۶۶۶۹۵۰	اداره عمومی و دفاع؛ تأمین اجتماعی اجباری
۳۷۹۴۵۲۶	۵۰۳۲۹۳۰	آموزش
۴۵۸۴۰۶۲	۷۴۲۶۴۳۶	بهداشت و فعالیت‌های مددکاری اجتماعی
۵۹۹۷۰۰۰٫۱	۱۰۲۸۱۴۶	هنر، سرگرمی و تفریح
۱۱۱۵۷۲۶	۱۸۵۴۸۰۷	سایر فعالیت‌های خدماتی
۲۲۴۷۰۴٫۷	۲۲۴۷۰۴٫۷	فعالیت‌های خانوارها به عنوان کارفرما؛ تولید کالا و خدمات توسط خانوار برای مصرف شخصی
۷۹۷۰۹۱۴۷	۱۶۶۴۸۸۵۶۶	کل

منبع: جدول داده-ستانده بین کشوری سال ۲۰۲۰ و محاسبات پژوهش

شکل (۱۲): ارزش افزوده فعالیت‌های اقتصادی جهان (واحد میلیون دلار)



منبع: جدول داده-ستانده بین کشوری سال ۲۰۲۰ و محاسبات پژوهش

۴- جمع بندی

جدول‌های داده-ستانده بین کشوری محصول OECD، ابزاری قدرتمند برای بررسی جریان میان‌بخشی و بین‌المللی کالاها و خدمات است. نسخه‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰ این جداول، هر دو اطلاعات سازماندهی شده از گردش کالا و خدمات در سطح جهانی ارائه می‌دهند، اما تفاوت‌های مهمی از نظر پوشش کشورها و سطح جزئیات وجود دارد. جدول سال ۲۰۱۶ شامل ۶۷ اقتصاد جهان

به همراه زنجیره ارزش کشورهای توسعه یافته و نوظهور بر مبنای نسخه سال ۲۰۲۱ است به همراه ۴۵ بخش اقتصادی هماهنگ شده با طبقه‌بندی ۴ ISIC Rev.

اما در نسخه جدیدتر یعنی ۲۰۲۳، جدول سال ۲۰۲۰ شامل ۷۶ کشور است، با این تفاوت که تمرکز بر ارتقای کیفیت داده‌ها و تطابق بیشتر با نسخه بروزرسانی شده سیستم حساب‌های ملی (SNA ۲۰۰۸) دارد. در این نسخه، کشورهای بیشتری اضافه شدند ولی هنوز ایران به طور مستقیم گنجانده نشده است و اطلاعات آن همچنان در گروه سایر کشورهای جهان باقی مانده است. از منظر فنی، جدول سال ۲۰۲۰ با پوشش گسترده‌تر کشورها و تطابق بالاتر با چارچوب حساب‌های ملی به‌روزشده، نسبت به نسخه‌های پیشین دارای مزیت‌های قابل توجهی است. این نسخه نه تنها بر کیفیت داده‌های پایه تأکید دارد بلکه امکان انجام تحلیل‌های بین‌زمانی را نیز فراهم می‌کند. با توجه به افزایش اهمیت سیاست‌های صنعتی، تنوع بخشی صادرات، و ارتقاء فناوری در کشورهای در حال توسعه، داده‌های ۲۰۲۰ می‌توانند نقش مهمی در هدایت سیاست‌های صنعتی و تجاری ایفا کنند.

فصل ۳

تجزیه و تحلیل یافته‌ها و پیشنهادهای

مباحث ارائه شده در فصل‌های قبل، مبانی نظری و پایه‌های آماری و در کل زیربنای روش و چارچوب نظری الگوی اجتماع‌یابی این پژوهش بود. با توجه به سوالات پژوهش و روش طرح شده برای سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰، این فصل با هدف پاسخ به سوال‌ها تهیه و تنظیم شده است. بخش اول به شناسایی و تحلیل شبکه تجارت جهانی با استفاده از روش اجتماع‌یابی برای سال ۲۰۱۶ و جایگاه اقتصاد ایران در شبکه تجارت جهانی مربوط است. دومین بخش به حقایق آشکار شده شبکه تجارت جهانی بعد از سال ۲۰۱۶ تا کنون اختصاص دارد. سومین بخش به اجتماع‌یابی در سال ۲۰۲۰ تخصیص داده شده است. در انتها مقایسه بین سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰ و در نهایت هم جمع‌بندی و راهکارها برای ایران آورده شده است. برای این مهم از نرم افزار پایتون و اکسل استفاده شده است.

۲- تحلیل شبکه تجارت جهانی با استفاده از روش اجتماع‌یابی

هدف و سوال محوری این پژوهش، شناسایی و تحلیل شبکه تجارت جهانی با استفاده از روش اجتماع‌یابی مبتنی بر زنجیره مارکوف است. قبل از آنکه بتوان شبکه تجارت جهانی و اجتماع‌های منتخب آن را تحلیل کرد، بایستی توضیحاتی پیرامون به کارگیری داده‌ها در الگوریتم اجتماع‌یابی مذکور ارائه کرد.

۲-۱- نحوه به کارگیری داده‌ها در الگوریتم اجتماع‌یابی مبتنی بر زنجیره مارکوف تجمیعی

همانطور که در فصل اول مطالعه آمد برای این کار، اولین اقدام جهت دستیابی به زنجیره مارکوف تجمیعی، آماده‌سازی ورودی^۱ الگوریتم است. به همین خاطر قبل از ارائه نتایج و یافته و بررسی آن، نحوه ادغام داده‌ها و اجزای ورودی توضیح داده می‌شود:

۲-۱-۱- ادغام فعالیت‌های جدول داده-ستانده بین کشوری

در این پژوهش از پایگاه داده جداول داده-ستانده بین کشوری OECD استفاده شده است که به طور مشخص از دو سال ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰ استفاده شده است. جدول ۲۰۲۰ آخرین جدول این پایگاه است که بر اساس نسخه سال ۲۰۲۳ در پایگاه مربوطه اخذ شده است. نسخه اصلی سال ۲۰۱۶ مبتنی بر ۴۵ فعالیت برای ۶۶ کشور مبتنی بر نسخه ۲۰۲۱ است. همانطور که گفته شد در جدول سال ۲۰۱۶، اقتصاد ایران در سایر کشورهای جهان در نظر گرفته شده است. اما طی مطالعه‌ای که در مرکز پژوهش‌های اتاق ایران توسط جهانگرد و همکاران (۱۴۰۱) انجام شد، اقتصاد ایران با افزودن جدول داده-ستانده سال ۱۳۹۵ که توسط بانک مرکزی ایران تهیه شده بود، به این جدول اضافه شد. بنابراین، جدول ICIO تعدیل شده را با ۶۷ کشور شامل می‌شود. مطابق این جدول، اقتصاد ایران در سال ۲۰۱۶ حدود ۴۶۰.۵ میلیارد دلار ارزش افزوده، ۷۵۲.۴ میلیارد دلار ستانده، ۹۷.۳ میلیارد دلار صادرات ناخالص که

^۱ Input

۱۳.۱ میلیارد دلار آن صادرات نهایی و ۸۴.۲ میلیارد دلار آن صادرات واسطه‌ای بوده است، داشته است. همچنین واردات ایران حدود ۸۶.۱ میلیارد دلار بوده که ۴۲.۵ میلیارد دلار آن واردات نهایی و ۴۳.۵ میلیارد دلار آن واردات واسطه‌ای بوده است. جدول سال ۲۰۲۰، از حیث کشورها و بخش‌ها با جدول سال ۲۰۱۶ کمی متفاوت است. این جدول از نسخه بروز شده سال ۲۰۲۳ این پایگاه استفاده شده است که برخی کشورها به پایگاه نسبت به نسخه ارایه شده در سال ۲۰۲۱ اضافه شدند. OECD در قالب توضیح دلایل انتشار نسخه ۲۰۲۳ گزارش آورده است که برای چند دهه، جهانی شدن چشم‌انداز اقتصادی دنیا را شکل داده است. زنجیره‌های ارزش جهانی شکل گرفته‌اند و نشان‌دهنده تقسیم فزاینده‌ی کار بین کشورها و صنایع در تولید کالاها و خدمات هستند. جریان‌های تجارت کالایی و خدماتی روند صعودی ثابت داشتند و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز افزایش قابل توجهی یافت. با وجود این که در مواجهه با تنش‌های ژئوپلیتیکی، روند جهانی شدن کند شده است، درک زنجیره‌های ارزش منطقه‌ای و جهانی اکنون از همیشه مهم‌تر است که دلایل زیر آمده است:

- **آسیب‌پذیری زنجیره‌های تأمین:** پاندمی کرونا نشان داد این زنجیره‌ها چقدر شکننده‌اند و سؤال‌هایی درباره تاب‌آوری آن‌ها مطرح کرد.

- **مسئله تغییرات اقلیمی:** نیاز به برآورد گازهای گلخانه‌ای نهفته در کالاهای تجارت‌شده بین‌المللی آشکار شد.

- **تنش‌های سیاسی بین‌المللی:** لزوم داشتن شواهد دقیق درباره وابستگی تجاری، مثلاً برای محصولات انرژی، ضروری شد.

- **ارزش افزوده واقعی کشورها:** سؤال دیرینه این است که هر کشور تا چه اندازه از مشارکت در زنجیره‌های ارزش جهانی درآمد به دست می‌آورد (دستمزد، سود، مالیات).

برای پاسخ به این پرسش‌ها، وجود یک زیرساخت آماری جامع و قدرتمند ضروری است؛ زیرساختی که بتواند جریان‌های تولید، مصرف و سرمایه‌گذاری درون کشورها و همچنین جریان‌های بین‌المللی تجارت را بر اساس فعالیت‌های اقتصادی و کشورها، به صورت جهانی، سازگار و در بازه زمانی مناسب برای تحلیل، ترسیم و ثبت کند. بانک اطلاعات داده-ستانده بین‌کشوری سازمان OECD دقیقاً برای این منظور طراحی شده است.

در نسخه ۲۰۲۳ مجموعه جدول‌های داده-ستانده بین‌کشوری سازمان OECD، ۱۰ کشور جدید به کشورهای موجود در نسخ قبل افزوده شدند که عبارتند از: بنگلادش، بلاروس، کامرون، ساحل عاج، مصر، اردن، نیجریه، پاکستان، سنگال و اوکراین. لذا تعداد اقتصادها ۷۶ کشور (شامل تمامی اعضای OECD، اتحادیه اروپا، G۲۰ و ASEAN و دیگر کشورها) است.

کدهای صنعتی در نسخه ۲۰۲۳ به‌روزرسانی شده و با آخرین استانداردهای OECD هماهنگ شدند تا هماهنگی بهتری بین پایگاه‌های داده با بعد فعالیت اقتصادی ایجاد شود، اما پوشش صنعت‌ها نسبت به نسخه‌های گذشته همانند گذشته با ۴۵ فعالیت اقتصادی باقی مانده است.

۲-۲- اجزای ورودی اجتماعی و ساخت شبکه تجارت جهانی

باتوجه به تامین هدف مطالعه از جداول سال ۲۰۱۶ به صورت ۱۹ در ۱۹ فعالیت استفاده شد. فعالیت‌های اقتصادی از ۴۲ بخش به ۱۹ بخش برای انجام اجتماعی بر اساس جدول داده-ستانده بین کشوری ادغام شد که می‌توان این ادغام را از چندین بعد توضیح داد. که یکی کاهش پیچیدگی محاسباتی است. الگوریتم‌های اجتماعی، به‌ویژه در شبکه‌های بزرگ، معمولاً زمان‌بر و پرهزینه هستند. کاهش تعداد گره‌ها (از طریق ادغام فعالیت‌ها) باعث کاهش بار محاسباتی و امکان اجرای دقیق‌تر الگوریتم‌ها می‌شود، که به‌ویژه در روش‌هایی مانند زنجیره مارکوف استفاده می‌شود. دیگری، با توجه به این که در این سال دنبال نقش ایران در اجتماع-های بین کشوری هستیم، افزایش پایداری و تفسیرپذیری اجتماع‌های حاصله بهتر فراهم شده است. با توجه هدف مطالعه در این سال که بیشتر مربوط به نقش ایران است، در بسیاری از موارد، اجتماعات استخراج‌شده از داده‌های با تفکیک بسیار بالا (مثل ۴۲ بخش) ممکن است ارزش افزوده‌ای در قبال پیچیدگی زیاد به محقق ندهد. با ادغام به ۱۹ بخش اصلی محاسبات برای استخراج اجتماعات سهل‌تر خواهند بود. استدلال سوم، هم‌راستایی با طبقه‌بندی‌های بین‌المللی استاندارد است. محققان این حوزه هم در طبقه‌بندی‌های بین‌المللی مانند ISIC و هم در تحلیل‌های کلان برای کشور خاص معمولاً از تجميع سطوح بالاتر (بخش‌های اصلی) استفاده می‌کنند. چهارم، تمرکز بر ساختارهای کلان زنجیره ارزش است. در اجتماعی بر مبنای جریان‌های داده-ستانده، هدف غالباً شناسایی خوشه‌های اقتصادی یا زنجیره‌های ارزش بین‌المللی است. این هدف بیشتر با تحلیل بر مبنای بخش‌های کلان (مانند صنعت، کشاورزی، خدمات، دیجیتال، انرژی، حمل‌ونقل) بهتر محقق می‌شود. پنجم، افزون بر این، از آنجا که در جداول مورد نظر، برخی از اقتصادها در تعدادی از فعالیت‌ها و مبادلات بین‌بخشی فاقد هرگونه مقدار یا ارزش مبادله ثبت‌شده بودند، برای جلوگیری از بروز خطا در محاسبات و تحلیل شبکه، این فعالیت‌ها پیش از انجام محاسبات با یکدیگر ادغام شدند. ششم، ادغام مناسب فعالیت‌ها، به‌گونه‌ای انجام می‌شود که اطلاعات کلیدی با توجه به ساختار اقتصاد ایران حفظ شود؛ ولی از پیچیدگی غیرضروری جلوگیری می‌شود و در نهایت، تسهیل تصمیم‌گیری برای سیاست‌گذاران و فعالان اقتصادی در خروجی‌های حاصل از ۱۹ بخش، که به‌مراتب قابل‌فهم‌تر و کاربردی‌تر برای سیاست‌گذاران، کسب‌وکارها، و نهادهای اقتصادی هستند.

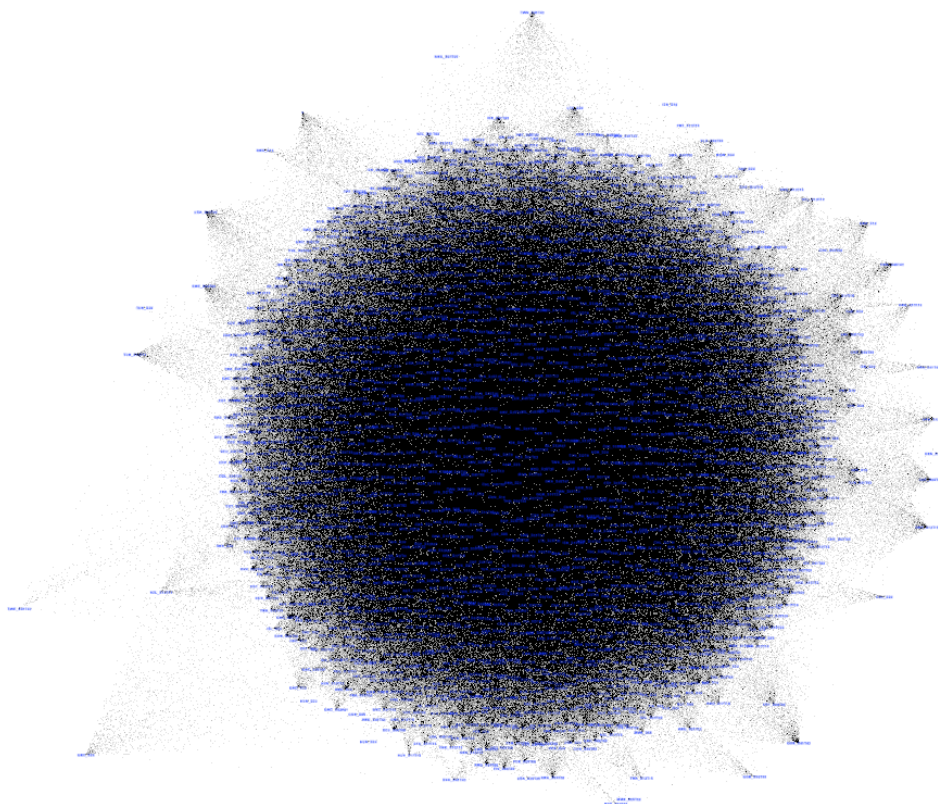
در کل کاهش تعداد بخش‌ها از ۴۲ به ۱۹ برای انجام تحلیل‌های اجتماعی در شبکه‌های داده-ستانده بین کشوری، هم از نظر علمی (کارایی محاسباتی، پایداری الگوریتم، تفسیرپذیری) و هم از منظر سیاست‌گذاری (ساده‌سازی مفید، هم‌راستایی با سیاست‌های صنعتی، مقایسه‌پذیری بین‌المللی) قابل دفاع است. نتیجه و نحوه این ادغام‌ها در پیوست ۲ برای سال ۲۰۱۶ قابل مشاهده است. در بحث نظری پیرامون تبدیل زنجیره مارکوف جذب‌شونده به یکنواخت و سپس زنجیره مارکوف تجميعی بحث شد. برپایه طرح بحث مذکور، راه انتخابی جهت این تغییر، تمرکز بر مبادلات واسطه‌ای بین فعالیت‌های اقتصادها و سپس ساخت ماتریس ضرایب فنی از جدول است. با توجه به اینکه الگوریتم اجتماعی از رویکرد پیمایش تصادفی استفاده می‌کند، به کارگیری ماتریس ضرایب فنی در حرکت پیمایش گر تصادفی الزامی است؛ زیرا این ماتریس چون ماتریس گذار یا انتقال در ادبیات زنجیره مارکوف عمل کرده و اجازه این پیمایش از یک گره به گره دیگر را صادر می‌کند. همچنین می‌توان گفت این ماتریس احتمال

گذار پیمایش تصادفی را تصریح می‌کند. از سویی دیگر ماتریس ضرایب فنی این امکان را در اختیار ما قرار می‌دهد که به نحو دقیق و بهتری پیوند متقابل صنایع یا فعالیت‌ها را درک کنیم. این ماتریس بیانگر این است که ستانده از هر فعالیت چه مقدار برای تولید یک واحد ستانده در فعالیت‌های دیگر و خود آن فعالیت مورد نیاز است. برای جلوگیری از پیچیده شده موضوع در این قسمت از بکارگیری اندیس کشورها خودداری می‌کنیم تا موضوع قابل فهم تر باشد؛ و گرنه در عمل باید این اندیس‌ها هم جهت واقعی تر بودن روابط بین بخشی و بین کشوری لحاظ شوند. ساخت ماتریس مذکور، اولین جزء از ورودی اجتماع‌یابی محسوب می‌شود؛ زیرا به یک ماتریس $N \times N$ وزن‌دار که روابط درونی خوبی داشته باشد نیازمندیم و راه دستیابی آن به این صورت است. این امر برپایه معادله ذیل اجرا شده است:

$$A = Z\hat{x}^{-1} = \begin{bmatrix} Z_{11} & \dots & Z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{n1} & \dots & Z_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{1}{x_1} & \dots & \frac{1}{x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{x_1} & \dots & \frac{1}{x_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{Z_{11}}{x_1} & \dots & \frac{Z_{1n}}{x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{Z_{n1}}{x_1} & \dots & \frac{Z_{nn}}{x_n} \end{bmatrix}$$

که Z ، ماتریس مبادلات واسطه‌ای است که در جدول سال ۲۰۱۶ با ابعاد ۱۲۷۳×۱۲۷۳ است و x^{-1} ، ماتریس معکوس ستانده با ابعاد ۱۲۷۳×۱ است. این ماتریس در جدول سال ۲۰۲۰ با ابعاد ۱۴۶۳×۱۴۶۳ است و x^{-1} ، ماتریس معکوس ستانده با ابعاد ۱۴۶۳×۱ است. با ضرب ماتریس Z در ماتریس قطری معکوس ستانده ضرایب فنی به دست می‌آید. بنابراین با محاسبه ماتریس ضرایب فنی، امکان ساخت شبکه مهیا است؛ یعنی می‌توان مبتنی بر جدول داده-ستانده بین کشوری، شبکه داده-ستانده جهانی یا شبکه تجارت جهانی را طراحی کرد. شبکه طراحی شده مبتنی بر روابط بین بخشی اقتصادها طراحی و آماده می‌شود. شبکه سال ۲۰۱۶ از ۱۲۷۳ گره و شبکه سال ۲۰۲۰ از ۱۴۶۳ گره تشکیل شده است. با توجه به ادبیات نظری زنجیره ارزش جهانی، آنچه مشاهده می‌شود، روابط گسترده و پیچیده اقتصادها در فعالیت‌های مختلف و زنجیره تولید تا توزیع کالاها و خدمات است. حال این رابطه می‌تواند قدرتمند و عمیق یا بالعکس باشد

شکل (۱۳): شبکه تجارت جهانی مبتنی بر ICIO ۲۰۱۶



منبع: محاسبات پژوهش

در تصویر سال ۲۰۱۶، گره‌ها نمایانگر فعالیت‌های اقتصادی‌های حاضر در داده-ستانده بین‌کشوری و یال‌ها بیانگر روابط و مبادلات اقتصادی بین این فعالیت‌ها است. هسته متراکم شبکه نشان‌دهنده روابط تنگاتنگ بیشتر کشورها یا بخش‌ها و روابط تجاری پیچیده و مکرر آن‌ها است. گره‌های پیرامونی که اتصال کمتری دارند، بخش‌های کشورهایی هستند که روابط تجاری و اقتصادی کمتری دارند یا در حوزه‌های خاصی به نحو ویژه صاحب مزیت تخصصی‌اند. هرچه ضخامت یا شدت رنگ مشکی یال‌ها بیشتر باشد به معنای حجم یا ارزش اقتصادی بیشتر و تجاری عمیق بین گره‌ها است. ناحیه مرکزی متراکم شبکه حاکی از درجه بالای همگرایی جهانی است. همچنین در دل این شبکه خوشه‌ها و بلوک‌های تجاری و اقتصادی وجود دارد که در آن فعالیت‌های کشورها با یکدیگر روابط عمیق و پیوسته‌ای برقرار کردند که در ادامه با موضوع اجتماع یابی به آن خواهیم پرداخت.

۳- اجتماع یابی شبکه تجارت جهانی مبتنی بر داده-ستانده بین‌کشوری

۳-۱- اجتماع یابی بر مبنای داده‌های سال ۲۰۱۶

برای اجتماع یابی شبکه تجارت جهانی برپایه زنجیره مارکوف تجمیعی گام اول، محاسبه ماتریس گذار جهت ساخت زنجیره مارکوف تجمیعی است. این ماتریس با استفاده از معادله (۱۱) پیوست فصل قبل برای سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰ تولید شده است.

لازم بذکر است که تعداد اجتماع‌ها، تابع عوامل و پارامترهای متعددی هم چون موارد زیر هستند. احتمال پایداری، که برای هر جامعه، یک احتمال پایداری تعریف می‌شود که بیانگر احتمال باقی ماندن پیمایشگر تصادفی در همان جامعه برای چند گام است. پارامتر حساس α تعیین می‌کند که چه میزان پایداری برای یک خوشه کافیت تا به عنوان اجتماع معتبر شناسایی شود.

مدل زنجیره مارکوف تجمیعی که ساخت این زنجیره و محاسبه ماتریس انتقال آن برای تخمین احتمال پایداری ضروری است. از احتمال پایداری به عنوان شاخص کیفیت هر خوشه استفاده می‌شود. با توجه به این موارد برای سال ۲۰۱۶ ده اجتماع برگزیده شده است.

با کمک این ماتریس می‌توان احتمال ماندگاری جوامع منتخب را مشخص کرد. این امر با قطر اصلی ماتریس U قابل احصاء و دستیابی است. چنانکه از طریق معادله (۱۲) نیز می‌توان به آن دست پیدا کرد. پس گام دوم، دستیابی به احتمال ماندگاری هر اجتماع و معناداری آن است، که از طریق ماتریس گذار قابل حصول است. هر اندازه مقدار احتمال ماندگاری بالاتر باشد؛ به معنای روابط درونی بهتر و قوی تر اعضا نسبت به اجتماع‌های دیگر است. به بیان دیگر، روابط بین بخشی در آن اجتماع عمق بیشتری دارد و همگرا است.

جدول (۱۵): ماتریس 10×10 زنجیره مارکوف تجمیعی ۲۰۱۶

	C ^۱	C ^۲	C ^۳	C ^۴	C ^۵	C ^۶	C ^۷	C ^۸	C ^۹	C ^{۱۰}
C ^۱	۰٫۷۶۴۱۸	۰٫۰۰۰۰۳	۰٫۰۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۷	۰٫۰۰۶۲۸	۰٫۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۹	۰٫۰۰۰۰۴	۰٫۰۰۱۸۶
C ^۲	۰٫۰۰۰۰۲۹	۰٫۸۴۵۹۷	۰٫۰۰۱۱۴	۰٫۰۰۳۱۴	۰٫۰۰۰۰۵۵	۰٫۰۱۱۶۴	۰٫۰۰۱۳۴	۰٫۰۰۰۰۶۱	۰٫۰۰۰۰۸۵	۰٫۰۰۴۵۷۲
C ^۳	۰٫۰۰۰۰۰۵	۰٫۰۰۱۰۳	۰٫۷۶۹۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۹	۰٫۰۰۰۰۶۴	۰٫۰۰۷۰۸	۰٫۰۰۰۰۶۳	۰٫۰۰۰۰۵۹	۰٫۰۰۰۰۴۹	۰٫۰۲۴۷۳
C ^۴	۰٫۰۰۰۰۷۰	۰٫۰۰۰۰۱۵	۰٫۰۰۰۰۰۹	۰٫۸۰۸۸۵	۰٫۰۰۰۰۱۵	۰٫۰۱۲۱۲	۰٫۰۰۰۰۱۹	۰٫۰۰۰۰۰۷	۰٫۰۰۰۰۷۴۲	۰٫۰۲۵۵۵
C ^۵	۰٫۰۰۰۰۸۱	۰٫۰۰۳۵۱	۰٫۰۰۱۰۰	۰٫۰۰۰۰۱۷	۰٫۸۱۲۱۹	۰٫۰۴۲۸۵	۰٫۰۰۲۲۱	۰٫۰۰۰۰۴۷	۰٫۰۰۰۰۴۴	۰٫۰۱۸۹۴
C ^۶	۰٫۰۱۰۲۸	۰٫۰۰۵۵۷	۰٫۰۰۳۲۴	۰٫۰۰۳۷۶	۰٫۰۰۸۱۸	۰٫۸۵۳۳۸	۰٫۰۰۱۸۵	۰٫۰۰۳۷۴	۰٫۰۰۳۴۱	۰٫۰۸۶۲۴
C ^۷	۰٫۰۰۰۰۰۹	۰٫۰۰۰۰۰۳	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۰۳۸	۰٫۶۷۷۵۸	۰٫۰۰۰۰۶۳	۰٫۰۰۰۰۲۶	۰٫۰۳۰۳۳
C ^۸	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۳	۰٫۰۰۰۰۰۴	۰٫۰۰۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰۰۵	۰٫۰۰۰۰۷۸	۰٫۰۰۰۰۳۸	۰٫۵۲۱۴۷	۰٫۰۰۰۰۹۰	۰٫۰۰۷۷۰
C ^۹	۰٫۰۰۰۰۰۳	۰٫۰۰۰۰۳۳	۰٫۰۰۰۰۰۹	۰٫۰۰۰۰۱۶	۰٫۰۰۰۰۱۳	۰٫۰۰۲۳۴	۰٫۰۰۰۰۳۷	۰٫۰۰۰۰۴۹۴	۰٫۷۳۱۳۴	۰٫۰۳۰۰۳
C ^{۱۰}	۰٫۰۰۰۰۷۷	۰٫۰۰۰۰۴۹۵	۰٫۰۰۰۲۷۲	۰٫۰۰۰۲۳۱	۰٫۰۰۰۳۱۰	۰٫۰۲۶۴۱	۰٫۰۰۰۵۶۸	۰٫۰۰۸۰۴	۰٫۰۰۰۹۵۴	۰٫۹۰۰۳۶

ماخذ: محاسبات پژوهش

جدول (۱۶): جدول اجتماع‌یابی شبکه تجارت جهانی سال ۲۰۱۶

ضریب همبستگی کوفنیتیک	احتمال ماندگاری	تعداد گره‌های حاضر در اجتماع	اجتماع‌های شناسایی شده
۰٫۸۷۶۷۲۴۶۰۸	۰٫۷۶۴۱۷۸۲۱۱	۱۹	اجتماع ۱
۰٫۹۷۶۲۰۵۲۴۲	۰٫۸۴۵۹۶۹۲۱۵	۵۷	اجتماع ۲
۰٫۹۳۸۹۰۱۳۳۸	۰٫۷۶۹۰۰۹۱۳۳	۱۹	اجتماع ۳
۰٫۹۲۰۱۵۳۶۶۲	۰٫۸۰۸۸۴۹۰۶۹	۱۹	اجتماع ۴
۰٫۹۶۷۶۸۳۱۴۶	۰٫۸۱۲۱۹۳۱۹۳	۳۷	اجتماع ۵
۰٫۹۲۹۳۷۸۱۱۶	۰٫۸۵۳۳۷۸۵۱	۲۶۶	اجتماع ۶

اجتماع ۷	۱۸	۰,۶۷۷۵۸۳۲۱۷	۰,۹۱۹,۰۱۱۱۳۶
اجتماع ۸	۱۹	۰,۵۲۱۴۶۷۷۳۷	۰,۸۳۳۵۱۷۱۸۵
اجتماع ۹	۳۸	۰,۷۳۱۳۴۲۸۵۲	۰,۹۵۹۶۳۱۲۳۲
اجتماع ۱۰	۸۰۰	۰,۹۰۰۳۵۵۹۴۲	۰,۷۹۱۲۰۷۹۴

ماخذ: محاسبات پژوهش

جدول ۱۶، خروجی اجرای الگوریتم اجتماع‌یابی مبتنی بر زنجیره مارکوف تجمیعی است. با اجرای این روش ۱۰ اجتماع برای سال ۲۰۱۶ برگزیده شده است. در صورتی که طبق استاندارد مطرح شده در مطالعه پیکاردی (۲۰۱۱)، حد آستانه را برابر ۰.۴ در نظر بگیریم، همه اجتماع‌ها از حیث روابط درون خوشه‌ای مستحکم هستند، ولی اجتماع‌های ۱۰، ۶ و ۲ قدرتمندتر از مابقی جوامع‌اند؛ این یعنی جریان تجاری شناسایی شده مبتنی بر گره‌ها در این اجتماع‌ها هم از عمق و ارزش بیشتری برخوردار است و هم روابط مابین گره‌ها پویا و معنادارتر است.

پارامتر دیگر ارائه شده در این جدول، ضریب همبستگی کوفینیتک است. این ضریب، معیاری برای ارزیابی میزان دقت نمایش فاصله‌های بین گره‌ها در نمودار دندروگرام است و اساساً به مقایسه فاصله ماتریس زنجیره مارکوف و ماتریس فاصله می‌پردازد. هرچه این ضریب به یک نزدیک‌تر باشد به معنای نمایش معنادار و خوب خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی است و بالعکس. با توجه به اینکه ضریب همه‌ی اجتماع‌ها از ۰.۷ بیشتر است، می‌توان گفت خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی صورت گرفته معتبر، معنادار و خوب است. تحلیل بیان شده با جدول زیر قابل انطباق است به گونه‌ای که برخی جوامع بسیار پایدار، احتمالاً شبکه‌های صنعتی یا منطقه‌ای داخلی منسجم دارند و برخی ساختارهای نیمه‌پایدار و در نهایت برخی در جوامع با نقش‌های پیرامونی یا نواحی با تعاملات پراکنده و کمتر درون‌خوشه‌ای قرار می‌گیرند.

جدول (۱۷): تحلیل نتایج اجتماع‌یابی سال ۲۰۱۶

تفسیر علمی	نکته
بسیار پایدار، احتمالاً شبکه‌های صنعتی یا منطقه‌ای داخلی منسجم	خوشه‌هایی با $Stay > ۰,۸۰$
ساختارهای نیمه‌پایدار؛ تعادل بین اتصال درونی و تعامل بیرونی	$۰,۷۰ < Stay < ۰,۸۰$
نقش‌های پیرامونی یا نواحی با تعاملات پراکنده و کمتر درون‌خوشه‌ای	$Stay < ۰,۶۰$

منبع: جدول ۲ و نتایج پژوهش

مطابق جدول ۱۸، داده‌ها نشان می‌دهد که خوشه‌ها از نظر پایداری تفاوت قابل توجهی دارند. خوشه C۱۰ با احتمال ماندگاری ۰.۹۰۰ بالاترین میزان پایداری را دارد و به نظر می‌رسد ساختاری بسیار منسجم و خودبسته داشته باشد که احتمالاً بر پایه یکپارچگی صنعتی یا منطقه‌ای شکل گرفته است. خوشه‌های C۶ و C۲ نیز با ضرایب بالای ۰.۸۵۳ و ۰.۸۴۶ در رتبه‌های بعدی قرار دارند و نشان‌دهنده تعاملات داخلی عمیق و استقلال بالای اقتصادی یا صنعتی هستند. خوشه‌های C۵ و C۴ هم با مقادیر ۰.۸۱۲ و ۰.۸۰۹،

ساختار پایدار و نسبتاً متنوعی را منعکس می‌کنند که ترکیبی از اتصال داخلی و تنوع فعالیت‌ها را دارا هستند. خوشه‌های C^۱ و C^۳ با ضرایب نزدیک به ۰.۷۷ اگرچه پایدار محسوب می‌شوند، اما تعاملاتشان با سایر خوشه‌ها محدود بوده و بیشتر بر بازار داخلی متکی‌اند. خوشه C^۹ با ۰.۷۳۱ در محدوده پایداری متوسط به بالا قرار دارد و احتمالاً به دلیل پراکندگی جغرافیایی اعضا، از انسجام کمتری نسبت به خوشه‌های بالاتر برخوردار است. خوشه C^۷ با ضریب ۰.۶۷۸ نشانه‌هایی از ناپایداری نسبی دارد که می‌تواند ناشی از وابستگی به تعاملات برون‌خوشه‌ای باشد. در نهایت خوشه C^۸ با کمترین میزان پایداری یعنی ۰.۵۲۱، بیشترین احتمال تأثیرپذیری از شوک‌های خارجی را دارد و به نظر می‌رسد به رغم نقش مرکزی در شبکه، به دلیل تنوع و بازبودن ارتباطات، انسجام داخلی پایینی دارد.

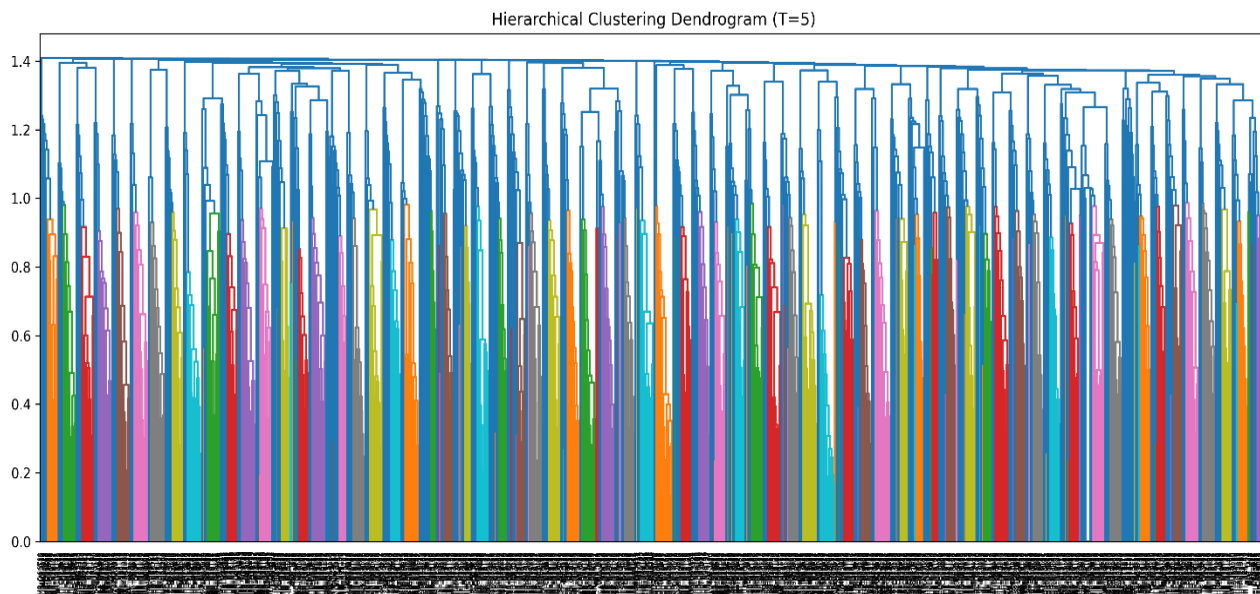
جدول (۱۸): تحلیل پایداری اجتماع‌ها در سال ۲۰۱۶

خوشه	احتمال ماندگاری	تفسیر
C ^{۱۰}	۰.۹۰۰	بالاترین پایداری: خوشه بسیار ساختاریافته و خودبسنده. با احتمال زیاد یکپارچه صنعتی یا منطقه‌ای (مثلاً زنجیره تأمین قوی داخلی).
C ^۶	۰.۸۵۳	بسیار پایدار: احتمالاً دارای تعاملات داخلی عمیق (همبستگی بالا بین کشورها و صنایع).
C ^۲	۰.۸۴۶	پایدار و مستقل: احتمال دارد یک خوشه تخصصی با صنایع محدود ولی وابستگی درونی بالا باشد.
C ^۵	۰.۸۱۲	بسیار پایدار: ممکن است کشورهای با صنعت‌های مکمل یا زنجیره‌های بسته باشند.
C ^۴	۰.۸۰۹	پایدار: خوشه نسبتاً متنوع و متصل. پایداری بالا نشانگر ساختار منسجم است.
C ^۳	۰.۷۶۹	پایدار ولی با وابستگی محدود به سایر خوشه‌ها. تعادل بین اتصال داخلی و تعامل خارجی.
C ^۱	۰.۷۶۴	مشابه C ^۳ می‌تواند شامل کشورهای با بازار داخلی فعال باشد.
C ^۹	۰.۷۳۱	پایداری متوسط به بالا. ممکن است خوشه‌ای با پراکندگی جغرافیایی بیشتر باشد.
C ^۷	۰.۶۷۸	نسبتاً ناپایدار. نشانه از خوشه‌ای با کشورها یا بخش‌هایی که تعاملات برون‌خوشه‌ای دارند.
C ^۸	۰.۵۲۱	پایین‌ترین پایداری. این خوشه احتمالاً شامل کشورهای متنوع با تعاملات گسترده با سایر خوشه‌ها است (مرکزی اما غیرپایدار).

منبع: نتایج پژوهش

شکل (۱۴):

شکل (۱۵): نمودار دندروگرام اجتماعی سال ۲۰۱۶



ماخذ: محاسبات پژوهش

دندروگرام در شکل ۱۴، برپایه خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی ایجاد شده است. این روش، یک راه برای تصویرسازی اجتماعی یابی است. همانطور که مشاهده می‌شود، محور عمودی بیانگر فواصل گره‌ها با یکدیگر و همچنین شباهت میان خوشه‌ها است. شاخه‌های کوتاه‌تر حاضر در این دندروگرام نیز بیانگر گره‌ها یا گروه‌های گره‌ای مشابه‌تر است. به بیان دیگر، پایین‌تر بودن نقطه اتصال نشان‌دهنده این است که گره‌ها مشابه‌تر هستند، در حالی که گره‌هایی که در ارتفاع بالاتری ادغام می‌شوند کمتر مشابه هستند و به جوامع متفاوتی تعلق دارند. خطوط افقی که شاخه‌های عمودی را به هم متصل می‌کنند، نشان می‌دهند که گره‌ها (یا خوشه‌های گره‌ها) در حین خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی در کجا ترکیب می‌شوند. با حرکت به بالا در دندروگرام، جوامع کوچک‌تر در جوامع بزرگ‌تر ادغام می‌شوند تا زمانی که در بالاترین نقطه، همه گره‌ها در یک خوشه بزرگ ادغام شوند. گره‌هایی که در ارتفاع پایین‌تر ادغام می‌شوند (نزدیک به پایین) از نظر رفتار شبکه بیشتر با هم ارتباط دارند. این‌ها می‌توانند فعالیت‌هایی باشند که تجارت قوی‌تری با یکدیگر دارند یا بخشی از زنجیره تأمین جهانی یکسان هستند. گره‌هایی که در ارتفاع بالاتر ادغام می‌شوند (نزدیک به بالا) از نظر تعاملات پیمایش‌گر تصادفی ارتباط کمتری داشته و می‌توان گفت به اجتماع‌های مختلفی تعلق دارند. فرآیند خوشه‌بندی از جایی شروع می‌شود که هر گره به عنوان یک خوشه مجزا در نظر گرفته شوند. سپس پیمایش تصادفی صورت گرفته و شباهت موجود، به‌طور تکراری ترکیب می‌شوند تا زمانی که کل شبکه به یک خوشه بزرگ کلی تبدیل شود.

همانطوری که ذکر شد، بر اساس اجتماع‌یابی حاصل از جدول داده-ستانده بین‌کشوری (ICIO) برای سال ۲۰۱۶ و با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای ارائه‌شده توسط پیکاردی و همکاران (۲۰۱۸)، ده اجتماع متمایز از کشورهای جهان شناسایی شده‌اند. این اجتماعات (C۱ تا C۱۰) از نظر ترکیب جغرافیایی و بخشی تفاوت‌های قابل توجهی دارند.

جدول ۱۹، با هدف ارائه تصویری و منسجم و تفکیک‌شده از ۱۰ اجتماع منتخب مبتنی بر ۶۷ کشور و مابقی دنیا با ۱۹ فعالیت تنظیم و تهیه شده است. برخی از کشورهای حاضر در این اجتماع‌یابی به صورت کامل در یک اجتماع قرار گرفتند. این می‌تواند بیانگر روابط مستحکم و عمیق یک بلوک یا اتحادیه اقتصادی یا فعالیت در تولید محصولات نهایی مشابه باشد. برخی دیگر از کشورها نیز در اجتماع‌های مختلفی قرار گرفتند. این امر نیز می‌تواند به معنای درگیری فعالیت‌های آن در زنجیره‌های ارزش متعدد و متنوع تلقی گردد.

جدول (۱۹): ترکیب کشورها و بخش‌های اقتصادی در سال ۲۰۱۶ در اجتماع‌ها

بخش‌ها	تعداد بخش‌ها	کشورها	تعداد کشورها	اجتماع
D۳۵T۳۹	۱	استرالیا، نیوزیلند	۲	C۵
D۰۱T۰۳, D۱۰T۱۲, D۱۳T۱۵, D۱۶, D۱۷T۱۸, D۱۹T۲۲, D۲۴, D۳۵T۳۹, D۴۱T۴۳, D۴۹T۵۲, D۶۴T۶۶, D۸۶T۸۸	۱۲	استرالیا، برونئی، سوئیس، چین (جمهوری خلق)، هنگ‌کنگ، اندونزی، اسرائیل، ژاپن، کامبوج، کره، لائوس، مالزی، فیلیپین، سنگاپور، تایلند، تایوان (چین تایپه)، ویتنام	۱۷	C۶
D۰۵T۰۹, D۱۰T۱۲, D۲۳, D۳۵T۳۹, D۴۱T۴۳, D۶۴T۶۶, D۸۵, D۸۶T۸۸	۸	اتریش، بلژیک، بلغارستان، کانادا، سوئیس، کلمبیا، کاستاریکا، جمهوری چک، آلمان، دانمارک، اسپانیا، استونی، فنلاند، فرانسه، بریتانیا (پادشاهی متحد)، هنگ‌کنگ، کرواسی، مجارستان، هند، ایرلند، ایسلند، اسرائیل، ایتالیا، قزاقستان، کامبوج، لیتوانی، لوکزامبورگ، لتونی، مراکش، مکزیک، هلند، نروژ، پرو، لهستان، پرتغال، رومانی، سایر کشورهای جهان، فدراسیون روسیه، عربستان سعودی، سنگاپور، اسلواکی، اسلونی، سوئد، تونس، ترکیه، ایالات متحده آمریکا	۴۶	C۱۰
D۲۴, D۳۵T۳۹	۲	آرژانتین، برزیل، شیلی	۳	C۲
D۴۱T۴۳, D۵۳T۶۳	۲	قبرس، یونان	۲	C۹
D۸۶T۸۸	۱	ایسلند	۱	C۷
—	۰	مالت	۱	C۸
D۰۱T۰۳, D۱۰T۱۲	۲	میانمار	۱	C۱
D۶۴T۶۶	۱	آفریقای جنوبی	۱	C۳
D۶۴T۶۶	۱	ایران	۱	C۴

منبع: محاسبات پژوهش

اجتماع ۵، شامل دو کشور استرالیا و نیوزیلند است. استرالیا و نیوزیلند هر دو جزء کشورهای توسعه یافته با منابع طبیعی گسترده و سیستم‌های زیرساختی پیشرفته در حوزه انرژی هستند. زنجیره تأمین آب، برق و گاز در این کشورها عمدتاً درون‌زا و مستقل از واردات بین‌المللی است. این موضوع باعث می‌شود که تعاملات بین‌المللی آن‌ها در این بخش محدود باشد و بیشترین سهم از جریان ارزش افزوده و تراکنش‌های اقتصادی در این بخش، به صورت داخلی یا درون منطقه‌ای باقی بماند. این ویژگی دقیقاً همان چیزی است که در مدل مارکوفی پیکاردی به صورت "ماندگاری بالا در جامعه" تفسیر می‌شود. از سوی دیگر، جغرافیای ایزوله و فاصله زیاد از سایر مراکز صنعتی دنیا (مثل اروپا، آمریکای شمالی یا آسیای شرقی) باعث می‌شود که واردات یا صادرات انرژی در این کشورها نسبت به سایر صنایع هزینه‌بر و ناکارآمد باشد. به همین دلیل، ساختار اقتصادی آن‌ها در بخش آب و برق و گاز، مبتنی بر تأمین داخلی و سیستم‌های توزیع ملی است. استرالیا دارای یکی از بزرگ‌ترین منابع زغال‌سنگ، گاز طبیعی و انرژی خورشیدی است. طبق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی^۱ (IEA, ۲۰۲۱)، استرالیا بیش از ۸۰ درصد برق خود را از منابع داخلی تأمین می‌کند و واردات یا صادرات انرژی در آن بسیار محدود است. دولت استرالیا قصد دارد تا سال ۲۰۳۰ به هدف تولید ۸۲ درصد از برق کشور از منابع انرژی تجدیدپذیر دست یابد. علاوه بر این هدف، استرالیا راهبرد جدیدی برای مواد معدنی حیاتی تا سال ۲۰۳۰ و اصلاحات بازار گاز را نیز در دستور کار دارد تا امنیت انرژی را در طول این گذار تقویت کند. با افزایش سهم منابع تجدیدپذیر متغیر در سیستم انرژی و شدت یافتن رویدادهای آب‌وهوایی شدید و مکرر، انعطاف‌پذیری، دسترسی به سوخت و زیرساخت مقاوم بیش از پیش اهمیت پیدا می‌کنند. نیوزیلند نیز یکی از پیشروترین کشورها در استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند برق آبی و زمین‌گرمایی است، به طوری که در سال ۲۰۲۰ حدود ۸۳ درصد تولید برق این کشور از منابع تجدیدپذیر بوده است (MBIE)^۲. این کشور نیز به صورت ساختاری مستقل از شبکه بین‌المللی انرژی است. در نهایت، ساختار نهادی، سیاست‌های انرژی ملی، و شباهت در الگوهای مصرف و تولید انرژی بین این دو کشور موجب شده که در روش پیکاردی، که مبتنی بر الگوهای گذار تصادفی از طریق ماتریس‌های نرمالیزه شده است، این دو کشور در کنار هم و مستقل از سایر کشورها در برق و آب و گاز اجتماع بندی شوند. این نشان‌دهنده وجود یک "بلوک عملکردی" تخصصی با وابستگی داخلی بالا و ارتباط محدود با بیرون است. روش زنجیره مارکوف به دنبال اجتماع‌هایی با بیشترین "پایداری دینامیکی" است، نه الزاماً شباهت آماری یا تولیدی. بنابراین اگر یک صنعت در یک کشور با کشورهای متعددی تعامل دارد، حتی اگر مشابه کشور همسایه باشد، ممکن است در اجتماع مارکوفی یکسانی قرار نگیرد.

در اجتماع ۶، که یکی از بزرگ‌ترین و منسجم‌ترین اجتماعات شناسایی شده در تحلیل مارکوفی است (ضریب کوفتیک = ۰.۹۷۶ و احتمال ماندگاری زنجیره مارکوف = ۰.۸۴۶)، با یک بلوک منطقه‌ای گسترده مواجه هستیم که بیشتر کشورهای آسیای شرقی

^۱ International Energy Agency (IEA). (۲۰۲۱). Australia ۲۰۲۱ – Energy Policy Review.

^۲ Ministry of Business, Innovation and Employment (MBIE). (۲۰۲۰). New Zealand Energy Strategy and Statistics.

و جنوب شرقی به همراه چند کشور پیشرفته یا صادرکننده نهاده مانند استرالیا، اسرائیل و سوئیس را شامل می‌شود. کشورهای عضو این اجتماع عبارت‌اند از: استرالیا، برونئی، سوئیس، چین، هنگ کنگ، اندونزی، اسرائیل، ژاپن، کامبوج، کره جنوبی، لائوس، مالزی، فیلیپین، سنگاپور، تایلند، تایوان، ویتنام. این کشورها در ۱۲ بخش عمده اقتصادی هم‌زمان خوشه‌بندی شده‌اند:

- کشاورزی و جنگلداری
- تولید غذا، نوشیدنی و توتون
- منسوجات، پوشاک و چرم
- چوب و فراورده‌های آن
- صنایع کاغذ، چاپ و انتشار
- صنایع شیمیایی، دارویی و پلاستیکی
- تولید فلزات پایه
- تولید، توزیع و بازیافت برق، آب، گاز
- ساختمان
- حمل‌ونقل و انبارداری
- خدمات مالی و بیمه
- بهداشت و مددکاری اجتماعی

این تنوع بخشی در کنار ترکیب کشورهای عضو، گویای یک شبکه منطقه‌ای یکپارچه از زنجیره‌های ارزش جهانی است. کشورهای توسعه‌یافته مانند ژاپن، کره جنوبی، تایوان و سنگاپور در نقش کشورهای هسته زنجیره ارزش، فناوری‌های پیشرفته و طراحی محصول را فراهم می‌کنند. در مقابل، کشورهایی نظیر ویتنام، کامبوج، اندونزی و لائوس به‌عنوان کشورهای «پایگاه تولید» برای فرآیندهای صنعتی و مونتاژ عمل می‌کنند. کشورهایی چون استرالیا و سوئیس نیز به‌عنوان تأمین‌کنندگان مواد خام (استرالیا) یا خدمات مالی و فناوری پیشرفته (سوئیس و اسرائیل) در این زنجیره مشارکت دارند.

طبق چارچوب تحلیل زنجیره مارکوف، چنین جامعه‌ای را می‌توان یک "مارکوف اجتماع پایدار" تلقی کرد؛ به این معنا که توزیع جریان‌های ارزش (از جمله تقاضای نهایی، تجارت واسطه‌ای و ارزش افزوده) در طول زمان عمدتاً درون همین اجتماع باقی می‌ماند و میزان خروج آن به سایر اجتماعات اندک است. این پدیده با احتمال ماندگاری بالا (۰٫۸۴۶) و ضریب کوفتیک نزدیک به ۱، به‌وضوح در داده‌ها نمایان شده است. این انسجام دینامیکی و ساختاری، ریشه در واقعیت‌های اقتصادی منطقه‌ای دارد؛ مطالعاتی

چون تیمر و همکاران (۲۰۱۴)^۱ و بالدوین (۲۰۱۳)^۲ در بحث کارخانه آسیا نشان داده‌اند که اقتصادهای آسیایی به‌ویژه شرق و جنوب شرق، از دهه ۱۹۹۰ تاکنون به‌طور فزاینده‌ای به یکدیگر وابسته شده‌اند و زنجیره‌های تأمین جهانی در این منطقه در حال مدولار شدن و بلوک‌بندی هستند.

دلیل اینکه سایر فعالیت‌های اقتصادی در این اجتماع حضور ندارند، به ضعف پیوندهای بین‌المللی آن‌ها مربوط می‌شود. مثلاً بخش‌هایی مانند آموزش، املاک، هنر و خدمات اداری یا حکومتی، عمدتاً ماهیت غیرقابل تجارت داشته و یا تعاملات آن‌ها در سطح جهانی در مقایسه با بخش‌هایی مانند صنعت، کشاورزی یا مالی بسیار ضعیف است. از آنجا که روش زنجیره مارکوف بر مبنای مدل‌سازی زنجیره مارکوفی و گذارهای بین کشور-بخش‌ها عمل می‌کند، تنها تعاملات با پیوندهای ساختاری پایدار در طول زمان در جامعه ظاهر می‌شوند.

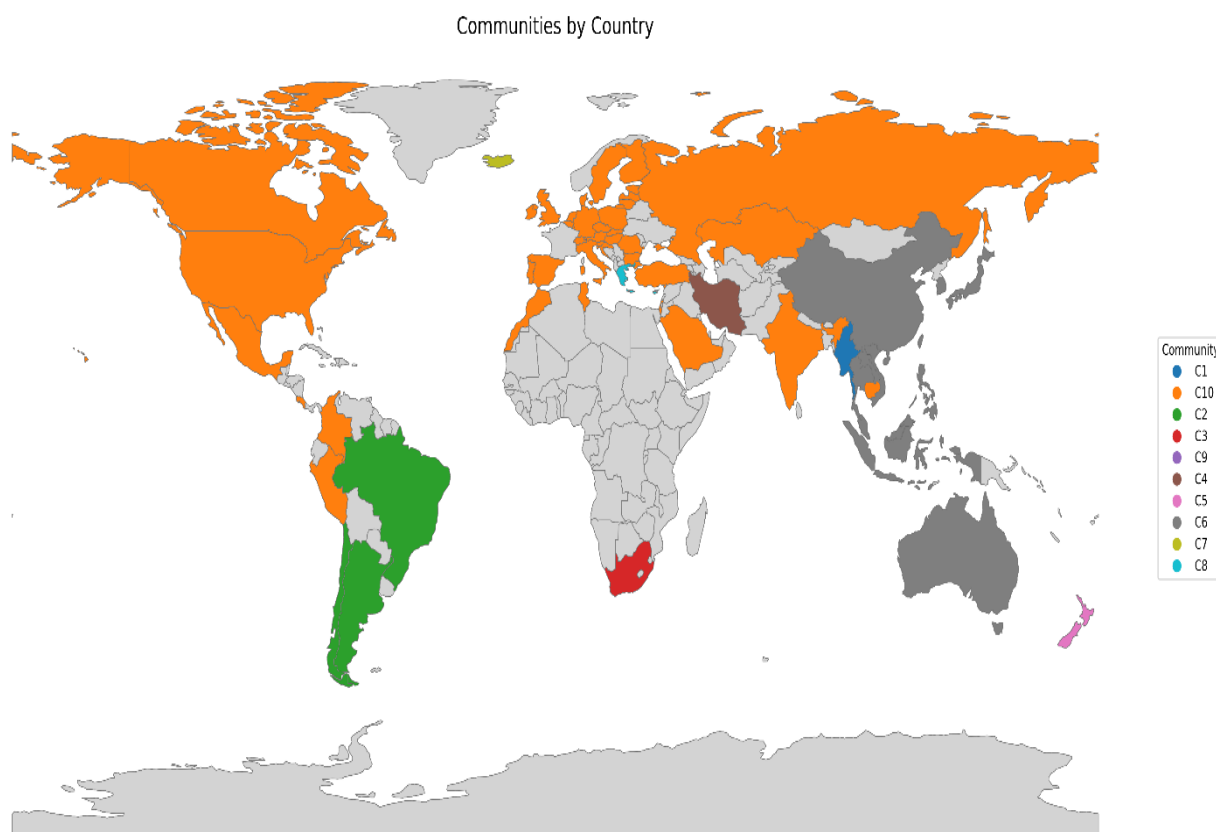
چین در این اجتماع نقش محوری و سازمان‌دهنده دارد. این نقش نه تنها به دلیل اندازه اقتصاد چین، بلکه به خاطر موقعیت مرکزی آن در زنجیره‌های ارزش جهانی بویژه در آسیای شرقی، تثبیت شده است. مطالعات متعددی نقش چین را به‌عنوان گره مرکزی شبکه ارزش افزوده جهانی مورد تأکید قرار داده‌اند. بر اساس یافته‌های تیمر و همکاران^۳ (۲۰۱۵)، چین از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ به‌طور مداوم سهم خود را در تأمین واسطه‌های تولید به‌ویژه در صنایع ماشین‌آلات، الکترونیک و شیمیایی افزایش داده است. در این مطالعه، چین به‌عنوان یک اقتصاد پلتفرمی عمل می‌کند، جایی که کالاهای واسطه‌ای وارد می‌شوند، پردازش یا مونتاژ می‌گردند، و به کشورهایمانند ژاپن، آمریکا و اروپا صادر می‌شوند. همچنین بالدوین (۲۰۱۳) به ایجاد ساختار "کارخانه آسیا" با محوریت چین اشاره می‌کند، که در آن کشورهای همسایه با چین از طریق تقسیم وظایف دقیق در تولید صنعتی، به‌صورت خوشه‌ای و منطقه‌ای سازمان یافته‌اند.

^۱ Timmer, M. P., et al. (۲۰۱۴). "The World Input-Output Database (WIOD): Contents, sources and methods."

^۲ Baldwin, R. (۲۰۱۳). "Global supply chains: Why they emerged, why they matter, and where they are going." CEPR.

^۳ "An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: Case of Global Automotive Production",

شکل (۱۶): نقشه اجتماع‌یابی ۶۸ کشور حاضر در داده-ستانده بین‌کشوری ۲۰۱۶



منبع: محاسبات پژوهش.

یادداشت: در این شکل بدلیل عدم امکان ارائه کشورهای مشترک در اجتماع‌ها از تفکیک رنگ آنها صرف نظر شده و کشورهای مشترک فقط در یک اجتماع بازنمایی شدند که مربوط به اجتماع بزرگتر است.

اجتماع ۱۰، یکی از جوامع بزرگ و متنوع ساختار یافته در تحلیل اجتماع‌یابی است که با اندازه ۴۶ کشور، ضریب کوفتیک ۰.۹۳۹ و احتمال ماندگاری درونی ۷۶.۹ درصد، نشان‌دهنده پایداری و انسجام نسبتاً بالایی در ساختار جریان ارزش اقتصادی خود است. کشورهای عضو این اجتماع شامل مجموعه‌ای از اقتصادهای توسعه‌یافته، نوظهور و در حال گذار هستند، از جمله: آلمان، فرانسه، بریتانیا، ایالات متحده، کانادا، ژاپن، اسپانیا، ایتالیا، کره جنوبی، ترکیه، روسیه، عربستان سعودی، هند، مکزیک، اسرائیل، کشورهای اسکاندیناوی، اروپای شرقی و آمریکای لاتین (کلمبیا، پرو، کاستاریکا). اجتماع ۱۰، یکی از مهم‌ترین خوشه‌های اقتصادی جهان است، که شامل کشورهای پر قدرت اقتصادی، خدمات مالی-عمومی و انرژی برمی‌باشد. این اجتماع، مصداقی کامل از "اجتماعات

هسته "در ساختار ICIO است، که پیکاردی و همکاران، آن را مرکز ثقل شبکه جهانی توصیف می‌کنند. حوزه‌های فعالیت اقتصادی که در این اجتماع مشخص شده‌اند عبارت‌اند از: معدن و استخراج نفت و گاز، صنایع غذایی و آشامیدنی، محصولات معدنی غیر فلزی، تولید و توزیع برق، گاز و آب، ساختمان، خدمات مالی و بیمه، آموزش، بهداشت و مددکاری اجتماعی.

ترکیب کشورها و بخش‌ها در این اجتماع، نشان از ساختار اقتصادی چندوجهی دارد، که در آن هم کشورهای صنعتی (مانند آلمان، فرانسه، ژاپن، کره، ایالات متحده) و هم اقتصادهای منابع محور یا در حال توسعه (نظیر عربستان، روسیه، کلمبیا و پرو) نقش دارند. تحلیل شبکه‌ای بر اساس داده‌های ICIO (OECD, ۲۰۲۱)^۱ نشان می‌دهد که در چنین اجتماع‌هایی، نقش‌های مکمل میان کشورهای تولیدکننده مواد اولیه و مصرف‌کنندگان صنعتی پیشرفته شکل گرفته است.

به عنوان مثال، آلمان و فرانسه با زنجیره تأمین قوی صنعتی و صادرات ماشین‌آلات، مواد شیمیایی و خدمات مهندسی، از واردات مواد معدنی و انرژی از روسیه، عربستان و آمریکای لاتین بهره می‌برند.^۲ همچنین، کشورهای آمریکای شمالی و اروپای غربی به عنوان مراکز مصرف نهایی کالاهای صنعتی، کالاهای واسطه‌ای بسیاری از کشورهای آسیایی، شرق اروپا و آمریکای لاتین را جذب می‌کند.^۳

از نظر فعالیت‌های اقتصادی، وجود بخش‌هایی مالی و بیمه، آموزش و بهداشت نشان می‌دهد که اقتصادهای این اجتماع نه تنها در سطح تولید کالا، بلکه در سطح خدمات عمومی و سرمایه انسانی نیز به‌خوبی شبکه شده‌اند. این ویژگی متفاوت با برخی اجتماعات دیگر است که تمرکز عمده‌ای بر صنعت یا کشاورزی دارند. نکته قابل توجه در اجتماع ۱۰، عدم حضور برخی بخش‌های صنعتی کلیدی مانند صنایع فلزی سنگین و ماشین‌آلات است. این امر می‌تواند به دلیل پراکنده بودن جریان‌های بین‌المللی ارزش در این صنایع باشد، یا اینکه این صنایع در جوامع دیگری که شبکه‌ای ارزش‌شان محلی‌تر یا ناحیه‌ای‌تر است، تمرکز یافته‌اند (مانند شرق آسیا در اجتماع ۶) و یا کشورهای دیگر. (جدول ۲۰)

^۱ OECD (۲۰۲۱). Inter-Country Input-Output (ICIO) Tables – ۲۰۱۶ Edition. <https://www.oecd.org/sti/ind/inter-country-input-output-tables.htm>

^۲ Stöllinger, R. (۲۰۲۱). Structural Change and Global Value Chains in the EU. WIIW Working Papers.

^۳ Timmer, M. P., Los, B., Stehrer, R., & de Vries, G. J. (۲۰۱۵). An Illustrated User Guide to the World Input–Output Database. Review of International Economics, ۲۳(۳), ۵۷۵–۶۰۵. <https://doi.org/10.1111/roie.12178>

جدول (۲۰): ویژگی‌های اجتماع ۱۰ در سال ۲۰۱۶

کد ISIC	بخش اقتصادی	نوع فعالیت	تفسیر
D۰۵T۰۹	معدن و نفت	اولیه	انرژی/صادرات
D۱۰T۱۲	صنایع غذایی	ثانویه	امنیت غذایی و تجارت کالاهای مصرفی
D۲۳	مواد معدنی غیرفلزی	ساخت	مواد اولیه ساختمانی
D۳۵T۳۹	برق، آب، گاز	زیرساخت	زیربنای فیزیکی کشورها
D۴۱T۴۳	ساختمان	خدمات فنی	توسعه شهری، سرمایه‌گذاری عمومی
D۶۴T۶۶	مالی و بیمه	خدمات پیشرفته	هسته تأمین مالی زنجیره ارزش
D۸۵	آموزش	خدمات عمومی	سرمایه انسانی
D۸۶T۸۸	بهداشت	خدمات عمومی	زیرساخت رفاهی و سلامت

ماخذ: محاسبات پژوهش

اجتماع دوم (C۲) که شامل کشورهای آرژانتین، برزیل و شیلی می‌باشد، نمونه‌ای از یک اجتماع منطقه‌ای تخصص‌گرا در شبکه‌های اقتصادی بین‌المللی است. این اجتماع در تحلیل اجتماع‌یابی با ضریب همبستگی کوپنتیک بالا (۰٫۹۲۰) شناسایی شده است. همچنین، احتمال باقی ماندن در اجتماع (۰٫۸۰۹) نشان از پایداری بالای الگوریتم اجتماع‌یابی در شناسایی این اجتماع دارد، که با یافته‌های پیکاردی و همکاران (۲۰۱۸) درباره "اجتماعات ساختاری پایدار در شبکه‌های اقتصادی پیچیده" هم‌راستا است. از منظر ترکیب بخشی، اجتماع C۲ صرفاً شامل دو بخش اقتصادی کلان است: تولید فلزات پایه و برق، گاز، بخار، مدیریت پسماند و فاضلاب. این ترکیب محدود نشانگر آن است که ساختار درونی این اجتماع به شدت تخصص‌محور و مبتنی بر منابع طبیعی است. چنین اجتماعاتی در ادبیات به عنوان "اجتماعات منابع محور" شناخته می‌شوند، که به‌ویژه در مناطق جغرافیایی با مزیت‌های نسبی در حوزه انرژی یا استخراج معدنی شکل می‌گیرند.

تمامی کشورهای این اجتماع در حوزه جغرافیایی آمریکای جنوبی قرار دارند. بر این اساس، اجتماع C۲ را می‌توان به عنوان یک "اجتماع جغرافیایی منطقه‌ای" تفسیر کرد. براساس الگوی آنها، این اجتماعات معمولاً ویژگی‌های زیر را دارا هستند:

- ارتباطات درون منطقه‌ای قوی در تجارت کالاهای تخصصی
 - نقش مکمل در زنجیره ارزش جهانی به عنوان تأمین‌کننده نهاده‌ها
 - وابستگی متقابل بالا در زیرساخت‌های انرژی و مواد خام
- اجتماع C۲ با حضور در بخش‌های بالادستی زنجیره تأمین جهانی، عمدتاً در نقش تأمین‌کننده نهاده‌های فیزیکی اولیه برای جوامع مصرف‌محورتر ایفای نقش می‌کند. در اقتصاد شبکه‌ای، چنین اجتماعاتی نقش‌های زیر را دارا هستند:
- پایین بودن تنوع بخشی

• صادرات محوری بالا با تمرکز بر کالاهای سنگین یا زیربنایی

• وابستگی به نوسانات قیمت جهانی کالا

• اتکای بالای صنایع پایین دستی جهانی به خروجی‌های این اجتماع

در مجموع، اجتماع C^۲ را می‌توان نمونه‌ای بارز از یک اجتماع پایدار، تخصصی و منطقه‌ای دانست که به‌ویژه در مدل‌سازی ساختار اقتصادی جهانی، نقشی کلیدی به عنوان تأمین‌کننده استراتژیک انرژی و فلزات بازی می‌کند. انسجام بالا، تمرکز بخشی و جغرافیایی، و جایگاه مشخص در زنجیره ارزش جهانی از ویژگی‌های برجسته آن است. تحلیل ساختار تجارت بین‌المللی کشورهای عضو نشان می‌دهد که شیلی با سهم عمده در صادرات جهانی مس (بزرگ‌ترین تولیدکننده جهانی مس)، و برزیل با منابع غنی سنگ آهن، بوکسیت و سایر فلزات، نقش مهمی در زنجیره تأمین جهانی ایفا می‌کنند. این کشورها به‌صورت سیستماتیک صادرکننده مواد خام معدنی هستند که ورودی اولیه صنایع سنگین در اقتصادهای پایین دستی به شمار می‌روند. آرژانتین نیز اگرچه در مقایسه با دو کشور دیگر در جایگاه پایین‌تری قرار دارد، اما با دارا بودن منابع معدنی خاص نظیر نقره، روی و زیرساخت‌های فلزکاری در تعامل منطقه‌ای و جهانی جایگاه دارد. این هم‌راستایی در تولید و صادرات کالاهای مشابه، منجر به همگرایی ساختاری در شبکه اقتصادی جهانی شده است. نقش کلیدی فلزات پایه در این اجتماع، ریشه در ترکیب منابع طبیعی، ساختار تولیدی و الگوی تجارت این کشورها دارد؛ و این با شواهد تجربی ارائه‌شده در مطالعات آنکتاد نیز تأیید می‌شود.

اجتماع C^۹، شامل دو کشور قبرس و یونان است و تنها در دو بخش اقتصادی حضور دارد که شامل ساختمان و خدمات ارتباطات و فناوری اطلاعات است. این ترکیب نشان‌دهنده یک الگوی اتصال محدود اما خاص در شبکه بین‌المللی داده-ستانده است. تحلیل این اجتماع بر پایه ویژگی‌های ساختاری، بخشی و ارتباطات بین‌المللی به شرح زیر است: قبرس و یونان دو اقتصاد کوچک-متوسط در منطقه مدیترانه هستند که دارای روابط تاریخی، زبانی، و نهادی نزدیک، ساختار اقتصادی مشابه، به‌ویژه در بخش خدمات و ساخت‌وساز، وابستگی قابل توجه به سرمایه‌گذاری خارجی، گردشگری، و خدمات فراساحلی می‌باشند. همچنین هر دو کشور، به‌ویژه پس از بحران مالی ۲۰۰۸، مسیرهای بازسازی اقتصادی مشابهی را دنبال کرده‌اند.

ساخت‌وساز در هر دو کشور به دلایل تاریخی و اقتصادی نقش مهمی دارد. یونان با تمرکز بر مسکن شهری و قبرس با جذب سرمایه خارجی از طریق پروژه‌های ساخت‌وساز لوکس و توریستی و هم‌چنین تمرکز بر خدمات ارتباطی، نقش مهمی در اقتصاد جهان دارد. یونان با نقش سنتی خود در حمل‌ونقل دریایی جهانی، و قبرس با ارائه خدمات ICT و مالی منطقه‌ای، نقش بارزی دارند. یونان پس از بحران دهه ۲۰۱۰، تلاش گسترده‌ای برای بازسازی زیرساخت‌های عمومی و گردشگری انجام داد. این باعث شد سهم ساختمان در تولید ناخالص داخلی دوباره افزایش یابد.^۱ قبرس نیز به دنبال سیاست‌های جذب سرمایه خارجی از طریق ساخت‌وساز و شهروندی اقتصادی (مانند برنامه «Golden Visa») بخش ساختمان را به موتور رشد اقتصادی تبدیل کرد.^۲

^۱ OECD. (۲۰۱۸). OECD Economic Surveys: Greece ۲۰۱۸. https://doi.org/10.1787/eeco_surveys-grc-2018-en

^۲ IMF (۲۰۱۷). Cyprus: Selected Issues.

بخش ارتباطات در این دو کشور، به‌ویژه در سال‌های اخیر، به‌عنوان حوزه‌ای در حال گذار دیجیتال و ادغام با بازار خدمات اروپا مورد توجه قرار گرفته است. یونان پس از بحران، سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی در حوزه زیرساخت اینترنتی، داده و ارتباطات انجام داده تا پایه‌ای برای توسعه اقتصادی دیجیتال ایجاد کند. استارت‌آپ‌های فناوری مانند Beat و Workable نشان‌دهنده رشد اقتصاد دیجیتال هستند.^۱ قبرس با اتکا بر موقعیت جغرافیایی و سیاست‌های مالیاتی جذاب، مورد توجه شرکت‌های بین‌المللی در حوزه خدمات دیجیتال و فناوری اطلاعات، به‌ویژه در خدمات ابری و پشتیبانی از راه دور قرار گرفته است.^۲ در این کشورها، خدمات ICT نه تنها به‌عنوان مصرف‌کننده خدمات، بلکه به‌عنوان صنعت زیرساخت برای سایر بخش‌ها مانند گردشگری و مالی عمل می‌کند. به همین دلیل، ساختار اقتصادی آن‌ها در این بخش شباهت زیادی دارد.

در کل اجتماع C^۹ با ترکیب یونان و قبرس و تمرکز بر دو بخش ساختمان و ارتباطات، از منظر تحلیل خوشه‌ای، نماینده‌ای از کشورهای اروپای جنوبی با اقتصاد خدمات‌محور، تجربه بحران اقتصادی و سیاست‌های بازایی مبتنی بر ساخت‌وساز و دیجیتال‌سازی است. حضور این دو کشور در یک اجتماع با همبستگی بالا نشان‌دهنده الگوی ساختاری مشابه در توسعه اقتصادهای کوچک‌ساز و خدمات‌محور اروپایی است.

ایسلند به‌عنوان تنها کشور عضو اجتماع C^۷، به دلیل ساختار منحصربه‌فرد نظام بهداشتی‌اش به صورت مجزا طبقه‌بندی شده است. دلایل اصلی حضور بخش بهداشت را می‌توان در نظام سلامت دولتی و فراگیر آن دانست. ایسلند دارای یک نظام سلامت تقریباً کاملاً دولتی است که خدمات بهداشتی و درمانی را با کیفیت بالا و به صورت همگانی به کل جمعیت ارائه می‌دهد.^۳ هزینه‌های بهداشت عمومی در ایسلند نسبت به تولید ناخالص داخلی از میانگین OECD بالاتر است و دولت بخش عمده این هزینه‌ها را تامین می‌کند. ویژگی‌های جمعیتی و جغرافیایی خاص ایسلند نیز به گونه‌ای است که پراکندگی کم جمعیت در مناطق مختلف جزیره و وجود روستاهای دورافتاده، این کشور را ملزم به ایجاد سازوکاری انعطاف‌پذیر برای ارائه خدمات بهداشتی می‌کند.^۴ این امر باعث شده نظام سلامت کشور طراحی ساختاری خاص و متمرکز داشته باشد که از نظر سازمانی با سایر کشورها متفاوت است. و در نهایت اتکای پایین به بخش خصوصی برخلاف بسیاری از کشورهای OECD و این موضوع که بخش خصوصی در ارائه خدمات بهداشتی در ایسلند نقش کمی دارد، سبب شده تا داده‌های مربوط به بخش بهداشت در این کشور به صورت خوشه‌ای مجزا ظاهر شود.^۵

^۱ OECD. (۲۰۱۸). OECD Economic Surveys: Greece ۲۰۱۸. OECD Publishing.

https://www.oecd.org/en/publications/۲۰۱۸/۰۴/oecd-economic-surveys-greece-۲۰۱۸_g1g^ae1b.html

International Trade Administration. (۲۰۲۴). Greece - Digital Economy. <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/greece-digital-economy>

^۲ IBSCY Ltd. (۲۰۲۴). About us. Retrieved August ۱۱, ۲۰۲۵, from <https://www.ibs.com.cy/en/about-us>

^۳ OECD (۲۰۱۸). Health at a Glance: Europe ۲۰۱۸. OECD Publishing.

^۴ WHO (۲۰۱۷). Iceland Health System Review. Health Systems in Transition, Vol. ۱۹ No. ۲.

^۵ OECD (۲۰۱۸). Health at a Glance: Europe ۲۰۱۸. OECD Publishing.

میانمار به عنوان کشوری در حال توسعه با ساختار اقتصادی سنتی، به صورت مجزا و تنها عضو این اجتماع C^۱ است که بخش‌های کشاورزی و صنایع غذایی عمده‌ترین بخش‌های اقتصادی آن را تشکیل می‌دهند. بیش از ۲۵ درصد از تولید ناخالص داخلی میانمار مربوط به بخش کشاورزی است که شامل کشت برنج، چای، کنجد و ماهی می‌شود.^۱ این نسبت بالا نشان‌دهنده وابستگی شدید اقتصاد کشور به بخش کشاورزی سنتی است. در سال‌های اخیر، میانمار سیاست‌هایی برای توسعه صنایع غذایی و زنجیره ارزش صادراتی خود به ویژه به کشورهای چین و هند اجرا کرده است. این سیاست‌ها باعث شده صنایع غذایی بخش مهمی از اقتصاد آن باشند ولی هنوز توسعه نیافته و متمرکز بر فرآوری مواد اولیه است.^۲ نبود تنوع صنعتی و اتکای شدید به صادرات محصولات کشاورزی خام باعث شده این کشور از منظر ساختاری به صورت مجزا در تحلیل خوشه‌ای ظاهر شود و همپوشانی کمی با کشورهای صنعتی‌تر داشته باشد.

آفریقای جنوبی به عنوان بزرگ‌ترین اقتصاد آفریقا و مرکز خدمات مالی آن، تنها عضو اجتماع C^۳ است و بخش مالی و بیمه در آن بسیار برجسته است. بازار بورس ژوهانسبورگ بزرگ‌ترین و پیشرفته‌ترین بازار بورس قاره آفریقا است که نقش مهمی در سرمایه‌گذاری‌های داخلی و خارجی دارد.^۳ بخش بانکی و مالی کشور از نظر زیرساخت‌ها و مقررات، در میان اقتصادهای در حال توسعه بی‌نظیر است. تنظیم‌گری قوی، دسترسی گسترده به خدمات مالی، تنوع محصولات بیمه‌ای و نقش واسطه‌گری بین سرمایه‌گذاران آفریقایی و جهانی، آفریقای جنوبی را از سایر کشورها متمایز می‌کند.^۴ آفریقای جنوبی به عنوان نقطه ورود سرمایه و خدمات مالی به کشورهای همسایه عمل می‌کند، که این ویژگی منحصربه‌فرد بودن ساختار مالی آن را در داده‌های خوشه‌بندی تقویت کرده است.

این چهار اجتماع تک‌کشوری مطرح شده در بالا، هر کدام نمایانگر ساختارهای اقتصادی بسیار خاص و متفاوت در سطح جهانی هستند که دلایل آن را می‌توان در ویژگی‌های جغرافیایی، تاریخی، سیاسی و توسعه‌ای آن‌ها جستجو کرد.

در نهایت اجتماع C^۴ در سال ۲۰۱۶ مربوط به ایران با بخش مالی و بیمه آن^۵ است. عوامل متعددی باعث این نتیجه شدند که می‌توان در زیر شرح داد. نخست تأثیر برجام و رفع نسبی تحریم‌ها بر بخش مالی و بیمه ایران در سال ۲۰۱۶ بعنوان سال نخست اجرای رسمی برجام (JCPOA) که تحریم‌های اقتصادی سنگین علیه ایران، به ویژه در حوزه‌های بانکی و مالی، به طور نسبی

^۱ Asian Development Bank (ADB) (۲۰۱۶). Myanmar: Unlocking the Potential.

^۲ UNESCAP (۲۰۱۷). Food Industry and Value Chain Development in Myanmar.

^۳ World Bank (۲۰۱۷). South Africa Economic Update: Financial Sector Deepening.

^۴ International Monetary Fund. (۲۰۲۳). Regional Economic Outlook: Sub-Saharan Africa. Retrieved August ۲۰۲۵, from <https://www.imf.org/en/Publications/REO/AFR>

^۵ همانطور که در روش شناسی توضیح داده شد، (آلفا) به عنوان پارامتر آستانه کیفیت اجتماع‌ها تعریف شده است که بر پایه‌ی پایداری اجتماع‌ها عمل می‌کند. این نتیجه حاصل آلفا برابر ۰.۴ است. اگر میزان آلفا را ۰.۵ در نظر بگیریم بخش بیمه و مالی ایران هم از اجتماع C^۴ حذف می‌شود و ایران بدون هیچ بخشی در اجتماع چهارم قرار می‌گیرد. لذا باید توجه داشت که بخش بیمه و مالی ایران هم به شکل ضعیف و شکننده در این اجتماع قرار گرفته است.

برداشته شد. در ژوئن ۲۰۱۶ FATF بیانیه‌ای صادر کرد با این مضمون که از پذیرش برنامه اقدام توسط ایران و تعهد سیاسی سطح بالا برای رفع کاستی‌های راهبردی در حوزه مبارزه با پولشویی و تأمین مالی تروریسم استقبال می‌کند. بر این اساس، FATF اقدامات مقابله‌ای علیه ایران را به مدت ۱۲ ماه تعلیق می‌کند تا پیشرفت اجرای این برنامه را رصد کند.^۱ اما با وجود لغو تحریم‌ها، دسترسی کامل ایران به بازارهای مالی بین‌المللی هنوز محدود بود؛ زیرا نهادهای مالی بزرگ جهان همچنان به دلیل نگرانی‌های مرتبط با نقض احتمالی توافق، تعامل کامل با ایران را محدود نگه داشتند.^۲ این وضعیت باعث ایجاد یک بخش مالی نیمه‌بسته و نیمه‌باز شد که همزمان با افزایش نسبی تعاملات مالی، اما با محدودیت‌های سخت‌گیرانه ادامه یافت.

بخش مالی ایران عمدتاً دولتی یا شبه‌دولتی است؛ بانک‌های دولتی بیش از ۷۰ درصد بازار را کنترل می‌کردند.^۳ شرکت‌های بیمه نیز غالباً زیر نظر دولت و سازمان‌های دولتی فعالیت می‌کردند و بخش خصوصی بیمه سهم کوچکی از بازار دارد.^۴ این ساختار دولتی متمرکز باعث ایجاد الگوی منحصر به فردی در شاخص‌های مالی، ریسک‌ها و فعالیت‌ها شد که در داده‌های خوشه‌بندی مشخص است.

در زمینه بورس، بورس تهران در سال ۲۰۱۶ با رشد قابل توجهی در حجم معاملات مواجه شد، ولی عمق بازار، تنوع ابزارهای مالی و فناوری‌های مدرن هنوز در سطح جهانی نبودند.^۵ ضعف زیرساخت‌های فناورانه و قوانین ناکارآمد، محدودیت در جذب سرمایه خارجی و نوسانات ارزی، از جمله مشکلات اصلی بخش مالی بودند که باعث می‌شدند ساختار بازار ایران از بازارهای دیگر کاملاً متفاوت و ایزوله باقی بماند.

^۱ گروه ویژه اقدام مالی (FATF) از پذیرش برنامه اقدام و تعهد سیاسی در سطح عالی ایران برای رفع نواقص راهبردی در حوزه مبارزه با پولشویی و تأمین مالی تروریسم (AML/CFT) استقبال می‌کند، و همچنین از تصمیم ایران برای درخواست کمک فنی در اجرای این برنامه حمایت می‌نماید. بر همین اساس، FATF تصمیم گرفته است که به مدت دوازده ماه اقدامات مقابله‌ای علیه ایران را به حالت تعلیق درآورد تا پیشرفت ایران در اجرای برنامه اقدام را مورد پایش قرار دهد. اگر در پایان این دوره، FATF تشخیص دهد که ایران پیشرفت کافی در اجرای برنامه اقدام نداشته است، درخواست برای اعمال اقدامات مقابله‌ای مجدداً برقرار خواهد شد. در صورتی که ایران در این بازه زمانی به تعهدات خود طبق برنامه اقدام عمل کند، FATF گام‌های بعدی را در این خصوص بررسی خواهد کرد. ایران تا زمانی که برنامه اقدام را به طور کامل اجرا نکرده، در بیانیه عمومی FATF باقی خواهد ماند. تا زمانی که ایران تدابیر لازم برای رفع نواقص شناسایی شده در برنامه اقدام را اجرا نکرده، FATF همچنان نگران ریسک تأمین مالی تروریسم ناشی از ایران و تهدیدی است که این موضوع برای نظام مالی بین‌المللی به همراه دارد. از این رو، FATF از اعضای خود می‌خواهد و از همه حوزه‌های قضایی (jurisdictions) می‌خواهد که به مؤسسات مالی خود توصیه کنند تا در روابط تجاری و تراکنش‌ها با اشخاص حقیقی و حقوقی ایرانی، اقدامات مضاعف احتیاطی را مطابق با توصیه شماره ۱۹ FATF به کار گیرند. همچنین، FATF از ایران می‌خواهد تا به طور کامل نواقص خود در حوزه AML/CFT، به ویژه موارد مربوط به تأمین مالی تروریسم، را برطرف نماید.

^۱ IMF (۲۰۱۷). Islamic Republic of Iran: Selected Issues and Financial Sector Assessment.

^۲ World Bank. (۲۰۱۶). Iran Economic Monitor: Fall ۲۰۱۶. World Bank Group.

^۳ <https://documents1.worldbank.org/curated/en/۷۴۱۸۹۱۴۸۳۰۴۶۷۲۵۶۱۳/pdf/۱۱۱۴۶۲-WP-P۱۶۲۰۴۸-PUBLIC-IranEcoMonitor-۱۲-۲۲-۲۰۱۶.pdf>

^۴ Central Insurance of Iran (۲۰۱۶). Insurance Market Report.

^۵ Tehran Stock Exchange (۲۰۱۶). Annual Market Report.

در کل اجتماع C^۴ نشان‌دهنده یک بخش مالی و بیمه پایدار اما متمایز در اقتصاد ایران در سال ۲۰۱۶ است. این اجتماع تنها شامل اقتصاد ایران است که منعکس‌کننده ویژگی‌های ساختاری خاص و شرایط ویژه اقتصادی، سیاسی و نهادی آن می‌باشد.

جدول (۲۱): تحلیل ساختاری و اقتصادی اجتماع یابی سال ۲۰۱۶

اجتماع	تحلیل ساختاری	تحلیل اقتصادی
C ^۵	ضریب کوفینیک: ۰/۸۷۶ احتمال ماندگاری: ۰/۷۶۴ کشورها: استرالیا، نیوزلند بخش‌ها: برق، گاز، آب	اجتماع کوچک با انسجام بالا بین دو کشور جزیره‌ای زنجیره انرژی منطقه اقیانوسیه؛ همکاری زیرساختی و خدمات انرژی
C ^۶	ضریب کوفینیک: ۰/۹۷۶ احتمال ماندگاری: ۰/۸۴۶ کشورها: ۱۷ کشور آسیایی	انسجام و پایداری بسیار بالا؛ چندبخشی نماینده زنجیره ارزش شرق و جنوب شرق آسیا؛ صنایع غذایی، ماشین‌آلات، مالی، ساخت‌وساز → مرکز تولید جهانی
C ^{۱۰}	ضریب کوفینیک: ۰/۹۳۹ احتمال ماندگاری: ۰/۷۶۹ کشورها: ۴۶ کشور از اروپا، آمریکا، آسیا	پراکندگی جغرافیایی وسیع با انسجام بالا اجتماع کشورهای توسعه یافته با تمرکز بر آموزش، بهداشت، انرژی و مالی → خوشه اقتصاد دانش‌بنیان جهانی
C ^۲	ضریب کوفینیک: ۰/۹۲۰ احتمال ماندگاری: ۰/۸۰۹ کشورها: آمریکای جنوبی	اجتماع منطقه‌ای پایدار تمرکز بر منابع طبیعی مانند فلزات و انرژی → خوشه صادرات‌محور در آمریکای لاتین
C ^۹	ضریب کوفینیک: ۰/۹۶۸ احتمال ماندگاری: ۰/۸۱۲ کشورها: یونان، قبرس	خوشه‌ای کوچک اما پایدار ترکیب ارتباطات و ساخت‌وساز → اقتصاد گردشگری و خدماتی مدیترانه‌ای
C ^۷	ضریب کوفینیک: ۰/۹۲۹ احتمال ماندگاری: ۰/۸۵۳ کشور: ایسلند بخش: بهداشت	اجتماع ایزوله اما بسیار پایدار احتمالاً ناشی از ساختار خاص نظام بهداشت در ایسلند؛
C ^۸	ضریب کوفینیک: ۰/۹۱۹ احتمال ماندگاری: ۰/۶۷۸ کشور: مالت خش: ندارد	اجتماع بدون بخش مشخص
C ^۱	ضریب کوفینیک: ۰/۸۳۳ احتمال ماندگاری: ۰/۵۲۱ کشور: میانمار بخش‌ها: کشاورزی و صنایع غذایی	پایداری پایین، انسجام نسبتاً ضعیف اجتماع تک‌بخشی → احتمالاً اقتصاد بسته یا وابسته به بخش‌های اولیه
C ^۳	ضریب کوفینیک: ۰/۹۶۰ احتمال ماندگاری: ۰/۷۳۱ کشور: آفریقای جنوبی بخش: مالی	اجتماع ایزوله با انسجام بالا، نقش مرکزی آفریقای جنوبی در خدمات مالی منطقه‌ای جنوب آفریقا
C ^۴	ضریب کوفینیک: ۰/۷۹۱ احتمال ماندگاری: ۰/۹۰۰ کشور: ایران بخش: مالی و بیمه	اجتماع ایزوله با پایداری بالا، جدا افتادگی ایران از زنجیره جهانی به دلیل تحریم‌ها یا عوامل ژئوپلیتیک؛ انسجام پایین اقتصادی

منبع: محاسبات پژوهش

برای جمع‌بندی این بخش می‌توان مطالب زیر را در قالب جدول ۲۱ بیان کرد. این جدول نشان می‌دهد که خوشه‌های مختلف اقتصادی و ساختاری کشورها ویژگی‌ها و پایداری متفاوتی دارند. به عنوان مثال، خوشه‌ای متشکل از استرالیا و نیوزیلند، با ضریب انسجام و پایداری نسبتاً بالا، یک اجتماع کوچک اما بسیار منسجم است که عمدتاً در بخش‌های انرژی مانند برق، گاز و آب همکاری می‌کند و از نظر جغرافیایی به هم نزدیک هستند.

در منطقه آسیای شرقی و جنوب شرق آسیا، گروه بزرگی متشکل از ۱۷ کشور وجود دارد که دارای بالاترین میزان انسجام و پایداری است. این گروه با تنوع بخشی در صنایع مختلف مانند صنایع غذایی، ماشین‌آلات، مالی و ساخت‌وساز، نقش مهمی در زنجیره تولید جهانی ایفا می‌کند و به‌نوعی مرکزیت اقتصادی این منطقه را تشکیل می‌دهد.

یک خوشه دیگر که گستره جغرافیایی وسیعی شامل کشورهای اروپایی، آمریکایی و آسیایی دارد، ترکیبی از کشورهای توسعه‌یافته است که تمرکز اصلی‌شان روی حوزه‌هایی مانند آموزش، بهداشت، انرژی و امور مالی است. این گروه را می‌توان به عنوان نماد اقتصاد دانش‌بنیان جهانی در نظر گرفت که از انسجام قابل توجهی برخوردار است.

در آمریکای جنوبی، یک اجتماع منطقه‌ای پایدار مشاهده می‌شود که بر منابع طبیعی مثل فلزات و انرژی متمرکز است و این ویژگی باعث شده این منطقه به عنوان یک خوشه صادرات محور شناخته شود.

در حوضه مدیترانه، یونان و قبرس با انسجام بالا، یک خوشه کوچک اما پایدار را شکل داده‌اند که بیشتر فعالیت‌های اقتصادی آن‌ها در زمینه گردشگری و خدمات است.

ایسلند، به عنوان کشوری با ساختار خاص در نظام بهداشت، یک اجتماع ایزوله اما بسیار پایدار دارد که عمدتاً در بخش بهداشت فعال است.

مالت، به دلیل فقدان بخش مشخص اقتصادی، خوشه‌ای با پایداری پایین تر دارد.

میانمار، با فعالیت در بخش کشاورزی و صنایع غذایی، اجتماع تک‌بخشی و با انسجام نسبتاً ضعیف و پایداری پایین را تشکیل داده است که احتمالاً اقتصادی بسته یا وابسته به بخش‌های اولیه دارد.

آفریقای جنوبی به عنوان یک بازیگر کلیدی در خدمات مالی منطقه‌ای جنوب آفریقا، خوشه‌ای ایزوله ولی با انسجام بالا را داراست. در نهایت، ایران به عنوان کشوری که تحت تحریم‌ها و عوامل ژئوپلیتیک از زنجیره جهانی جدا افتاده است، خوشه‌ای ایزوله با پایداری بالا اما انسجام اقتصادی پایین تشکیل داده است. این ویژگی‌ها نشان می‌دهد که شرایط خاص سیاسی و اقتصادی بر ساختار و پایداری خوشه‌ها تأثیر قابل توجهی دارند.

در تحلیل داده‌های خوشه‌بندی شده به تفکیک اجتماعات مختلف، مشاهده می‌شود که برخی کشورها در بیش از یک اجتماع حضور دارند و همچنین بخش‌های اقتصادی تکراری بین این اجتماعات دیده می‌شود. برای نمونه، استرالیا هم در اجتماع C^۵ به همراه نیوزلند دیده می‌شود که مربوط به بخش برق، آب و گاز است و هم در اجتماع C^۶ که شامل ۱۷ کشور است و ۱۲ بخش متنوع از جمله بخش‌های کشاورزی، صنایع غذایی، حمل و نقل، خدمات مالی و بهداشت را پوشش می‌دهد. این تکرار نشان‌دهنده نقش چندبعدی استرالیا در ساختار اقتصادی منطقه‌ای و جهانی است.

مشابه این وضعیت در کشورهایی مانند سوئیس، هنگ کنگ، اسرائیل، کامبوج و سنگاپور نیز دیده می‌شود. برای مثال، سوئیس و هنگ کنگ در اجتماع C^۶ با ۱۲ بخش و همچنین در اجتماع بزرگ‌تر C^{۱۰} با ۴۶ کشور و ۸ بخش حضور دارند. بخش‌های مشترک بین این دو اجتماع شامل صنایع غذایی، برق و آب و گاز، حمل و نقل و خدمات مالی است. این امر می‌تواند

ناشی از گستردگی و تنوع فعالیت‌های اقتصادی این کشورها باشد که هم در خوشه‌های منطقه‌ای و هم در خوشه‌های جهانی دخیل هستند.

از نظر بخش‌های اقتصادی، بخش‌های برق، آب و گاز و مالی و بیمه بیشترین تکرار را در اجتماعات دارند. به عنوان مثال، بخش برق، آب و گاز در اجتماعات C₁، C₂، C₅ و C₆ و C₁₀ مشاهده می‌شود که نشانگر اهمیت زیرساخت‌های انرژی و خدمات عمومی در مناطق مختلف و در زنجیره ارزش جهانی است. همچنین بخش مالی و بیمه در اجتماعات C₃، C₆، C₁₀ و C₄ (ایران) تکرار شده است که نمایانگر نقش حیاتی این بخش در اقتصاد جهانی و نیز تأثیرگذاری آن در کشورهای مختلف با سطح توسعه متفاوت است.

در مورد کشور ايسلند، این کشور در اجتماع C₆ با بخش بهداشت و همچنین به صورت ایزوله در اجتماع C₇ با همین بخش دیده می‌شود، که می‌تواند نشان‌دهنده تمرکز ویژه این کشور بر نظام بهداشت و حمایت اجتماعی و همچنین ویژگی‌های خاص داده‌ای در تحلیل خوشه‌ای باشد.

در نهایت، این تکرارهای کشورها و بخش‌ها در اجتماعات مختلف منعکس کننده پیچیدگی ساختارهای اقتصادی و تعاملات متقابل آنها در سطح منطقه‌ای و جهانی است و اهمیت نگاه چندبعدی به زنجیره‌های ارزش و خوشه‌های اقتصادی را برجسته می‌کند.

۲-۳- کاربرد اجتماعی در نمایش جریان‌های تجاری^۱ و اتحادیه‌های اقتصادی^۲

شبکه تجارت جهانی برخاسته از جریان‌ها، سازمان‌ها و اتحادیه‌های اقتصادی است. معمولاً اقتصادها برای تامین نیاز کالایی یا خدماتی خود - خواه محصول نهایی باشد خواه واسطه‌ای - و تداوم روابط میان بالادست و پایین‌دست اقتصادی در درون و برون، به عضویت جریان‌ها، سازمان‌ها و اتحادیه‌ها درمی‌آیند. یکی از کاربردهای اجتماعی در حوزه اقتصاد، تحلیل طیف‌ها و گروه‌های اقتصادی و تجاری است. این امر ممکن و محتمل است که اجتماع‌های شناسایی شده، از طیف‌ها و اتحادیه‌های متداول و مهم اقتصادی تشکیل شده باشند. به همین خاطر مطابق پیوست ۳، سهم ۹ اتحادیه/سازمان/نهاد اقتصادی معتبر و مهم در جریان اقتصاد جهان احصا و به صورت ذیل تهیه شده است.^۳

^۱ Trade Blocs

^۲ Economic Alliances

^۳ اسامی هشت مجموعه مذکور به ترتیب قرارگیری در جدول عبارتند از: سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی، اتحادیه اروپا، بریکس، سازمان همکاری شانگهای، اتحادیه کشورهای جنوب شرق آسیا (آسه‌آن)، پیمان تجارت آزاد آمریکای شمالی (نفتا)، پیمان تجارت آزاد آمریکای لاتین (لفتا) و اتحادیه آفریقا

جدول (۲۲): اجتماع‌یابی در نمایش جریان‌های تجاری و اتحادیه‌های اقتصادی سال ۲۰۱۶

اجتماع سال ۲۰۱۶	تعداد کشور	OECD	اتحادیه اروپا (EU)	OECD + EU	BRICS	شانگهای	ASEAN	NAFTA	LAFTA	AU (آفریقا)	G۲۰
C ^۱	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	✓ (MMR)	.
C ^۲	۳	.	.	.	✓ (BRA)	.	.	.	✓	.	✓ (ARG, BRA)
C ^۳	۱	.	.	.	.	.	.	.	.	✓ (ZAF)	✓ (ZAF)
C ^۴	۱	.	.	.	✓	✓ (IRN)	.	.	.	.	✓ (IRN)
C ^۵	۲	✓	.	✓	.	.	.	✓	.	.	✓ (AUS)
C ^۶	۱۷	✓ (AUS, CHE, ISR, JPN, KOR)	✓ (none explicitly)	✓	✓ (CHN)	✓ (CHN, KAZ, LAO)	✓ (IDN, KHM, LAO, MYS, PHL, SGP, THA, VNM)	.	.	.	✓ (CHN, IDN, JPN, KOR)
C ^۷	۱	✓ (ISL)	.	✓	.	.	.	.	.	.	.
C ^۸	۱	✓ (MLT)	✓ (MLT)	✓	.	.	.	.	.	.	.
C ^۹	۲	✓ (CYP, GRC)	✓ (CYP, GRC)	✓	.	✓ (none)	.	.	.	.	.
C ^{۱۰}	۴۶	✓ (اکثریت از OECD)	✓ (بسیاری)	✓ اکثر اعضا	✓ (IND, RUS, CHN)	✓ (RUS, IND, KAZ)	✓ (SGP, KHM)	✓ (USA, CAN, MEX)	✓ (PER, COL)	✓ (TUN)	✓ (USA, CHN, RUS, IND, ...)

منبع: محاسبات پژوهش

اجتماع ۱۰، قوی‌ترین اجتماع از نظر پوشش گروه‌های بین‌المللی است. اکثر اعضای G۲۰، OECD و برخی BRICS در این اجتماع حضور دارند و اجتماع‌های C^۶ و C^۹ نمایانگر بلوک‌های آسیای جنوب شرقی (ASEAN) و اروپای حاشیه‌ای با حضور محدود در G۲۰ هستند. C^۳ و C^۴ کشورهایی با پیوندهای ژئوپلیتیکی خاص یا کم‌ارتباط با هسته‌ی اصلی اقتصاد جهانی تلقی می‌شوند. C^۲ اجتماع آمریکای جنوبی (LAFTA) و اعضای BRICS مانند برزیل در آن نقش دارند.

چین در سال ۲۰۱۶ در حال تثبیت موقعیت خود به عنوان بازیگر مرکزی اقتصاد آسیا بود. قرارگیری چین در اجتماع C^۶، همراه با کشورهای جنوب شرق آسیا و اقتصادهای صنعتی منطقه، بازتابی از زنجیره تأمین منطقه‌ای پیچیده‌ای است که چین در رأس آن قرار داشت. هنوز پیش از جنگ تجاری آمریکا و چین، پیوندهای صنعتی و صادراتی چین با سایر کشورها، خصوصاً در فناوری‌های مصرفی و قطعات واسطه‌ای، بسیار قوی بود. این شبکه نشان می‌دهد که چین، به‌رغم عضویت در سازمان‌هایی چون BRICS و

SCO، بیشتر درون نظم موجود و جهانی ادغام شده بود، هرچند تلاش‌هایی مانند ابتکار «یک کمربند، یک راه»^۱ از همان زمان آغاز شده بود.

ایران در ۲۰۱۶ در وضعیت خاص پس‌ابرجام قرار داشت؛ با وجود لغو برخی تحریم‌ها، پیوندهای اقتصادی با جهان همچنان ضعیف باقی مانده بود. جای‌گیری ایران در اجتماع C۴ به‌نهایی، نشان از این دارد که حتی در دوره‌ای که انتظار بازگشت ایران به اقتصاد جهانی وجود داشت، هنوز اثرات سال‌ها انزوا، تحریم، ضعف زیرساخت‌ها و ناتوانی در جذب سرمایه‌گذاری خارجی به‌شدت احساس می‌شد. ایران نتوانسته بود به‌صورت ساختاری در شبکه جهانی تجاری و صنعتی ادغام شود.

روسیه در سال ۲۰۱۶، دو سال پس از الحاق کریمه، همچنان تحت تحریم‌های گسترده غربی قرار داشت. برخلاف تصور اولیه، روسیه در این سال در اجتماع C۱۰ قرار داشت؛ این امر نشان‌دهنده آن است که پیوندهای روسیه با کشورهای صنعتی، به‌ویژه در حوزه انرژی، مواد خام و برخی زنجیره‌های وابسته به صادرات گاز و نفت، همچنان مستحکم بود. قرارگیری روسیه در کنار کشورهای اروپایی و آمریکای شمالی در همان اجتماع، منعکس‌کننده تداوم نقش ساختاری روسیه در اقتصاد جهانی، علی‌رغم فشارهای ژئوپلیتیک و تحریم‌ها، بوده است. با این حال، روسیه نیز مانند چین در حال حرکت به‌سوی ایجاد بلوک‌های موازی با غرب بود که در قالب BRICS و SCO پیگیری می‌شد.

ترکیه در ۲۰۱۶ در بحبوحه تحولات سیاسی داخلی و افزایش تنش با اتحادیه اروپا قرار داشت، اما از نظر ساختار اقتصادی همچنان در نظم غربی ادغام بود. حضور ترکیه در اجتماع C۱۰ بیانگر پیوند صنعتی و تجاری با اروپا و آمریکاست. این وضعیت نتیجه‌ی سیاست‌گذاری اقتصادی ترکیه در دو دهه گذشته تا آن زمان بود که با هدف جذب سرمایه‌گذاری خارجی، ادغام در زنجیره تأمین اروپا، و توسعه بخش صنعتی دنبال می‌شد. بنابراین، ترکیه به‌رغم نوسان‌های سیاسی، از نظر شبکه اقتصادی همگرا با غرب باقی مانده بود.

هند در سال ۲۰۱۶ در حال تجربه رشد سریع اقتصادی بود و سیاست "ساخت هند (Make in India)" در حال اجرا بود. حضور هند در اجتماع C۱۰ به‌همراه کشورهای غربی و نوظهور دیگر، نشان‌دهنده ادغام فزاینده آن در اقتصاد جهانی است. هند در آن زمان سیاستی متوازن بین غرب و شرق را دنبال می‌کرد، از یک‌سو روابط نزدیکی با آمریکا و اتحادیه اروپا، و از سوی دیگر، عضویت فعال در BRICS و SCO. این موقعیت خاص باعث شده بود هند هم در نظم موجود مشارکت کند و هم تلاش کند از طریق ائتلاف‌های نوظهور نقش مؤثرتری در معماری آینده اقتصاد جهانی ایفا کند.

^۱ Belt and Road Initiative

یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین طرح‌های اقتصادی و ژئواستراتژیک چین در قرن بیست‌ویکم است که هدف آن گسترش ارتباطات اقتصادی، تجاری، مالی و زیرساختی بین چین و سایر کشورهای جهان است. این طرح در سال ۲۰۱۳ توسط رئیس‌جمهور چین، اعلام شد.

جدول (۲۳): دسته‌بندی اجتماع‌یابی ۱۰ گانه در قالب گروه‌های ژئوپولیتیکی و اقتصادی

کشور	اجتماع	جایگاه	مسیر غالب
چین	C۶	منطقه‌ای (آسیا)	رهبری زنجیره آسیایی
ایران	C۴	منزوی	انزوای ساختاری
روسیه	C۱۰	دو گانه	شرق‌گرایی همراه با وابستگی ساختاری
ترکیه	C۱۰	تعادل چندجانبه	تعامل با غرب و شرق
هند	C۱۰	مستقل ولی جهانی	تعادل میان شرق و غرب

منبع: محاسبات پژوهش

به طور کلی، از دسته‌بندی جدول اجتماع‌یابی ۱۰ گانه که شامل کشورها و اطلاعات صنعتی است، در قالب گروه‌های ژئوپولیتیکی و اقتصادی مهم جهانی مانند OECD، اتحادیه اروپا، BRICS، شانگهای، ASEAN، NAFTA، LAFTA، AU، و G۲۰، می‌توان نکات زیر را برداشت کرد.

- تمرکز اجتماع‌ها در اطراف قدرت‌های اقتصادی بزرگ: اجتماع‌های C۱۰ و C۶ بخش عمده‌ای از G۲۰، OECD، و اتحادیه اروپا را دربرمی‌گیرند، که نشان‌دهنده همگرایی ساختاری در زنجیره‌های ارزش جهانی است.
- نقش منطقه‌گرایی: اجتماع C۶ عملاً نماینده ASEAN و آسیای شرقی است که در ادبیات "زنجیره ارزش منطقه‌ای" از آن‌ها یاد می‌شود. اجتماع C۲ و C۳ بیشتر شامل کشورهای آمریکای لاتین و آفریقا هستند که به دلیل جایگاه پیرامونی در اقتصاد جهانی، در اجتماع‌های حاشیه‌ای تر قرار گرفته‌اند.
- هم‌پوشانی نهادی: اجتماع‌هایی مانند C۱۰ که پوشش متقاطع بین سازمان‌هایی نظیر G۲۰، OECD و BRICS دارند، معمولاً در مطالعات شبکه‌ای دارای درجه بالاتری از اتصال و پایداری هستند.
- کشورهای تکرارشونده در چند اجتماع: کشورهایی مانند اسرائیل، سوئیس و سنگاپور (به دلیل موقعیت استراتژیک و چندجانبه‌گرایی اقتصادی، در بیش از یک اجتماع تکرار شده‌اند؛ این نشانه‌ای از پیوندهای فرامنطقه‌ای قوی آن‌هاست.
- در نهایت، ایران به عنوان کشوری که تحت تحریم‌ها و عوامل ژئوپلیتیک از زنجیره جهانی جدا افتاده است، خوشه‌ای ایزوله با پایداری بالا اما انسجام اقتصادی پایین تشکیل داده است. این ویژگی‌ها نشان می‌دهد که شرایط خاص سیاسی و اقتصادی بر ساختار و پایداری خوشه‌ها تأثیر قابل توجهی دارند.

۴- واقعیت‌های آشکار شده تجارت جهانی بعد از سال ۲۰۱۶

انباشت رویدادهای ژئوپولیتیکی در سال‌های اخیر، ریسک اقتصادی جهانی را به‌طور قابل توجهی افزایش داده است. بازنگری در جهانی‌شدن تجاری و حرکت به سوی نظم نوین اقتصادی چندقطبی بین‌المللی، در حال تبدیل کردن تجارت

به سلاحی است که اقتصاد و رفاه جهانی را تهدید می‌کند. ژئوپولیتیک همواره بر اقتصاد تأثیرگذار بوده است، اما در سال‌های اخیر این تأثیر به مراتب شدیدتر شده است، تا جایی که بخش عمده‌ای از ریسک‌های اقتصادی جهانی امروز، ماهیتی ژئوپولیتیکی یافته‌اند. فرآیند جهانی‌شدن که در دهه ۱۹۹۰ آغاز شد، با تجزیه تولید در سطح جهانی و توسعه زنجیره‌های ارزش جهانی، روابط اقتصادی بین‌المللی را متحول ساخت و شرایط زندگی میلیاردها نفر را بهبود بخشید. با این حال، امروزه اثرات جهانی‌شدن و تجارت، بسیار کمتر از گذشته با نگاه خوش‌بینانه دیده می‌شود. وقتی که بیش از ۶۰ درصد صادرات جهانی شامل نهاده‌های صنعتی است، استفاده از تجارت به عنوان سلاحی استراتژیک، و سوسه‌ای خطرناک و مقاومت‌ناپذیر به شمار می‌آید. از پایان دهه اول قرن بیست و یکم، پنج شوک اصلی رخ داده‌اند که نشان می‌دهند جهانی‌شدن با وجود مزایای فراوان، مخاطرات بسیاری نیز به همراه دارد:

- بحران مالی ۲۰۰۸

این بحران که در نظام بانکی ایالات متحده آغاز شد اما به اروپا و سایر نقاط جهان نیز سرایت کرد، ثابت کرد که وابستگی‌های مالی بین‌المللی تأثیرات جدی بر بخش واقعی اقتصاد دارند و ریسک‌ها همواره به درستی ارزیابی نمی‌شوند.

- جنگ تجاری و فناوریانه بین ایالات متحده و چین

این جنگ که در دوران باراک اوباما آغاز شد و در دوره نخست ریاست جمهوری دونالد ترامپ شدت گرفت، نشان داد که تضاد میان قدرت‌های بزرگ، نهایتاً بر کل جهان اثرگذار است.

- همه‌گیری کووید-۱۹

این بحران جهانی، احساس نیاز به بازبینی در استراتژی تولید جهانی را تقویت کرد؛ به طوری که نه تنها کاهش هزینه، بلکه کاهش هزینه بر حسب واحد ریسک اختلال نیز باید مدنظر قرار گیرد. توقف تولید جهانی نشان داد که زنجیره‌های ارزش جهانی بیش از آنچه تصور می‌شد آسیب‌پذیرند و اختلالات آن‌ها به سرعت یا به صورت خودکار برطرف نمی‌شوند.

- تهاجم روسیه به اوکراین

این تهاجم هشدار جدی نسبت به وابستگی‌های خطرناک در حوزه انرژی و مواد اولیه بود.

- دوره دوم ریاست جمهوری دونالد ترامپ در ایالات متحده

این دوره اثبات کرد که متحدان امروز ممکن است دشمنان فردا باشند، روابط بلندمدت همواره با ریسک

همراهند، و ابزارهای سنتی قرن گذشته مانند تعرفه‌ها می‌توانند در قرن بیست و یکم مجدداً به‌عنوان سلاح‌های ژئوپولیتیکی مورد استفاده قرار گیرند.

در ادامه به تشریح این موارد و اجتماع یابی در سال ۲۰۲۰ می‌پردازیم.

۱-۴- ضد جهانی شدن؟^۱

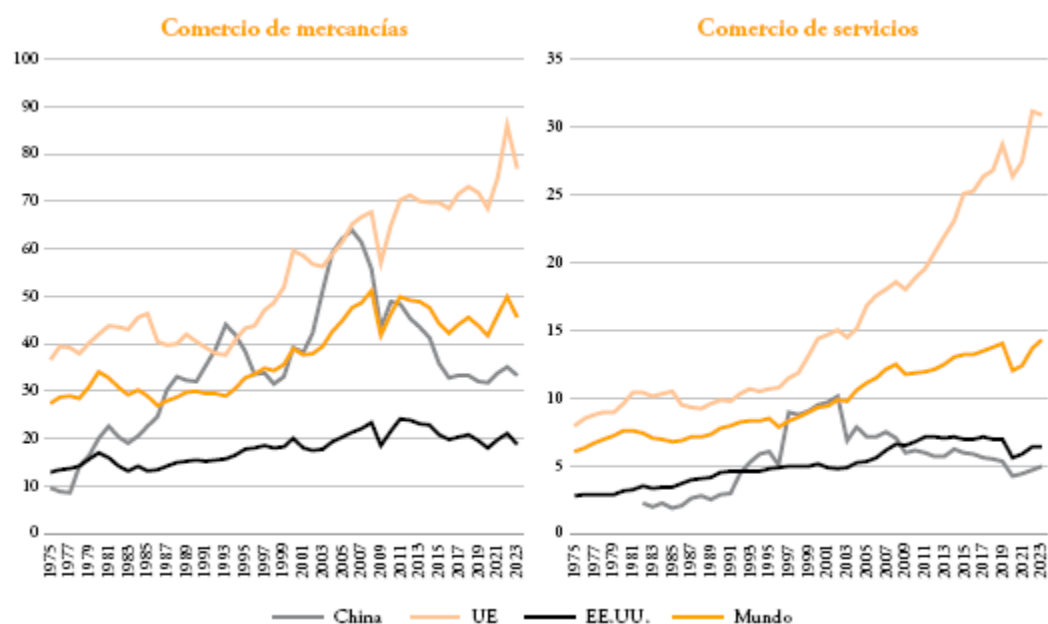
شوک‌های مذکور برخی از روندهای پیشین را تشدید کرده و موجب بازنگری عمیق در مفهوم و مزایای جهانی‌شدن شده‌اند، تا آنجا که بحث درباره جهانی‌زدایی آغاز شده است. اما این موضوع تا چه حد واقعیت دارد؟ اگر به داده‌ها نگاه کنیم، می‌بینیم که درجه باز بودن اقتصاد جهانی – که به‌صورت مجموع صادرات و واردات کالا به‌عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی اندازه‌گیری می‌شود – درست پیش از بحران مالی جهانی به اوج خود یعنی حدود ۵۰ درصد رسید، اما پس از آن به تدریج کاهش یافته است (به‌جز یک افزایش موقت در سال ۲۰۲۳). این روند ممکن است نشان‌دهنده یک فرآیند جهانی‌زدایی به نظر برسد، اما تحلیل دقیق‌تری (بالدوین و همکاران، ۲۰۲۴)^۲ نشان می‌دهد که در صورت تفکیک درجه باز بودن بر حسب کشور و بخش، تفاوت‌های بزرگی نمایان می‌شود. برای نمونه، در چین درجه باز بودن اقتصاد خیلی زودتر شروع به کاهش کرد که این کاهش ناشی از رشد توسعه‌یافتگی این کشور است. روند طبیعی برای کشورهای در حال توسعه آن است که رشد اقتصادی آن‌ها ابتدا به صادرات و بخش خارجی وابسته باشد و سپس به تدریج به سمت تقویت تقاضای داخلی پیش برود؛ اتفاقی که دقیقاً در چین رخ داده است. از سوی دیگر، در اتحادیه اروپا درجه باز بودن اقتصاد تقریباً همواره در حال افزایش بوده است.

همچنین، اگر به تجارت خدمات نگاه کنیم (که هم‌اکنون حدود یک‌چهارم کل تجارت جهانی را تشکیل می‌دهد)، درمی‌یابیم که جهانی‌زدایی در این حوزه نه تنها رخ نداده، بلکه نشانه‌ای از وقوع آن نیز دیده نمی‌شود (شکل ۱۶).

^۱ Desglobalización

^۲ Baldwin et al., ۲۰۲۴

شکل (۱۷): تجارت کالا و خدمات



منبع: محاسبات فئاس ۲۰۲۵، بر پایه داده‌های بانک جهانی.

در مقابل، برخی شاخص‌های دیگر جهانی شدن نشانه‌هایی از کند شدن دارند. برای مثال، جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی جهانی به عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی – طبق آمار آنکتاد – از ۴ درصد در سال ۲۰۰۰ به ۱.۳ درصد در سال ۲۰۲۳ کاهش یافته است. با این حال، داده‌ها حاکی از آن‌اند که جهانی‌زدایی فرایندی بسیار آهسته‌تر و کم‌نوسان‌تر از آن چیزی است که در نگاه اول به نظر می‌رسد. دلیل آن، هزینه‌های ثابت بالای تصمیمات بین‌المللی برای تأمین کالاها و خدمات است. شرکت‌ها به جای جدا شدن کامل^۱ که پرهزینه است و حتی تضمینی برای ثبات هم ندارد، بیشتر ترجیح می‌دهند تا ریسک‌های خود را کاهش دهند^۲.

بنابراین، با وجود آنکه جنگ‌های تجاری منجر به منطقه‌ای شدن بیشتر زنجیره‌های ارزش جهانی شده‌اند – به‌طوری‌که مثلاً وابستگی کشورهای آسیایی به چین افزایش یافته و کشورهایی چون مکزیک، ویتنام و هند به برندگان جدید تبدیل شده‌اند (آگیلار و همکاران، ۲۰۲۴)^۳ – تصمیم‌گیری درباره جابه‌جایی زنجیره‌های تولید بسیار پیچیده‌تر از آن است که به نظر می‌رسد و احتمالاً بیشتر در حاشیه، یعنی در مورد مقصد سرمایه‌گذاری‌های جدید یا اولویت‌ها هنگام خروج سرمایه رخ خواهد داد، (آتیناسی و همکاران، ۲۰۲۳)^۴. با این حال، برخی تصمیمات ژئوپولیتیکی، مانند افزایش گسترده تعرفه‌های

^۱ decoupling

^۲ derisking

^۳ Aguilar et al. ۲۰۲۴

^۴ Attinasi et al. ۲۰۲۳

گمرکی که رئیس‌جمهور آمریکا، ترامپ، در آوریل ۲۰۲۵ اعلام کرد، می‌تواند این فرایند را تسریع کند؛ چراکه ابزارهایی را وارد معادله می‌کند که مزایای برون‌سپاری تولید را به‌طور کامل از بین می‌برند.

با این حال، این موضوع به این معنا نیست که نتیجه نهایی الزاماً بازگشت تولید^۱ به کشورهای توسعه‌یافته باشد؛ چراکه هزینه‌های نیروی کار در این کشورها، از جمله ایالات متحده، بسیار بالاست و بازگرداندن تولید به داخل در بسیاری از موارد غیرممکن خواهد بود. در هر صورت، تردیدی نیست که رویدادهای ژئوپولیتیکی قرن بیست و یکم، در حال تغییر بنیادین نگرش‌ها و ویژگی‌های تجارت در حوزه‌های مختلفی همچون انرژی، مواد اولیه حیاتی، نیمه‌هادی‌ها، محصولات کشاورزی-غذایی و تجهیزات دفاعی هستند. در ادامه، به بررسی هر یک از این حوزه‌ها خواهیم پرداخت و سپس تأثیر جنگ تجاری آغازشده توسط رئیس‌جمهور ایالات متحده را تحلیل خواهیم کرد.

۲-۴- ژئوپولیتیک و انرژی

ژئوپولیتیک همواره تأثیر بسیار چشمگیری بر بخش انرژی داشته است. برای نمونه، بحران‌های نفتی دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ ناشی از تنش‌های مرتبط با وضعیت سیاسی خاورمیانه بودند. از آن زمان تاکنون، رویدادهای ژئوپولیتیکی گوناگونی موجب افزایش شدید قیمت‌های انرژی شده‌اند و آنچه خطرناک‌تر است، افزایش نوسان‌پذیری آن‌ها بوده است (فئاس و تاپیا، ۲۰۲۵).^۲

مهم‌ترین رویداد در سال‌های اخیر، جنگ اوکراین بود که در فوریه ۲۰۲۲ آغاز شد و بحران انرژی گسترده‌ای را در سراسر اروپا به دنبال داشت. قیمت نفت برنت از کمترین مقدار دهه (در آوریل ۲۰۲۰) به بیش از ۱۱۹ دلار در هر بشکه در مارس ۲۰۲۲، یعنی بالاترین سطح دهه، رسید. این امر با کاهش ۸۰ درصدی در عرضه گاز طبیعی روسیه همراه بود. اتحادیه اروپا که در سال ۲۰۲۱ حدود ۱۴۰ میلیارد مترمکعب گاز از روسیه وارد می‌کرد، در سال ۲۰۲۴ این مقدار را به کمتر از ۲۵ میلیارد مترمکعب کاهش داد (اگرچه واردات گاز طبیعی مایع [LNG] از روسیه افزایش یافت). اتحادیه اروپا هدف‌گذاری کرده است که از سال ۲۰۲۷ به‌طور کامل واردات سوخت‌های فسیلی از روسیه را متوقف کند. این روند جدایی تدریجی اروپا از گاز روسیه – که برای کشورهایی مانند آلمان با هزینه‌های بسیار بالا همراه بوده، چرا که وابستگی زیادی به آن پیدا کرده بودند – اتحادیه اروپا را وادار کرده تا گذار انرژی را با شتاب بیشتری دنبال کند.

هم تغییرات اقلیمی (که یک پدیده طبیعی است) و هم گذار انرژی (که یک تصمیم سیاسی است)، به دگرگونی‌هایی می‌انجامد که با افزایش نوسان قیمت‌ها همراه هستند و پیامدهای اقتصادی مهمی به همراه دارند. از جانب تقاضا، تغییرات

^۱ reshoring

^۲ Feás and Tapia, ۲۰۲۵

اقلیمی منجر به افزایش شدت نوسانات دمایی می‌شوند (گرمای شدید یا سرمای شدید)، که می‌توانند موجب جهش‌های ناگهانی در تقاضا برای تهویه مطبوع یا گرمایش شوند. از جانب عرضه، گذار انرژی به این معناست که انرژی‌های تجدیدپذیر – که در آغاز تنها به عنوان منابع مکمل برای منابع فسیلی پایدار مانند زغال‌سنگ، گاز یا انرژی هسته‌ای در نظر گرفته می‌شدند و ذاتاً وابسته به شرایط جوی‌اند – اکنون به منبع اصلی در ترکیب انرژی تبدیل شوند. این موضوع موجب می‌شود که گاه عرضه بیش از حد باعث سقوط قیمت‌ها شود یا نیاز به استفاده از انرژی‌های پشتیبان و کمیاب، موجب جهش شدید قیمت‌ها گردد. برای جلوگیری از چنین نوساناتی، بهبود چشمگیر در سامانه‌های ذخیره‌سازی انرژی و تقویت زیرساخت‌های اتصال برق بین کشورها ضروری است.

در همین حال، بازارهای سنتی سوخت‌های فسیلی به تدریج انعطاف‌پذیری خود را از دست می‌دهند، چرا که سرمایه‌گذاری در آن‌ها کاهش یافته است؛ در حالی که فناوری‌های نوینی مانند هیدروژن سبز، هنوز در مراحل آغازین توسعه قرار دارند. اگرچه در بلندمدت، گذار انرژی می‌تواند به کاهش نوسانات در نظام‌های انرژی منجر شود (و در مورد اتحادیه اروپا، این گذار نه یک انتخاب، بلکه یک ضرورت است، چرا که جایگزینی برای آن وجود ندارد)، اما در مسیر تحقق آن، ممکن است عوامل بی‌ثبات‌کننده تشدید شوند. به این ترتیب، میزان اولویت سیاسی که به گذار انرژی داده می‌شود – که در اروپا و ایالات متحده مسیرهای متفاوتی دارد – خود به یکی دیگر از منابع عدم قطعیت اقتصادی تبدیل شده است.

۳-۴- ژئوپولیتیک و تجارت مواد خام حیاتی

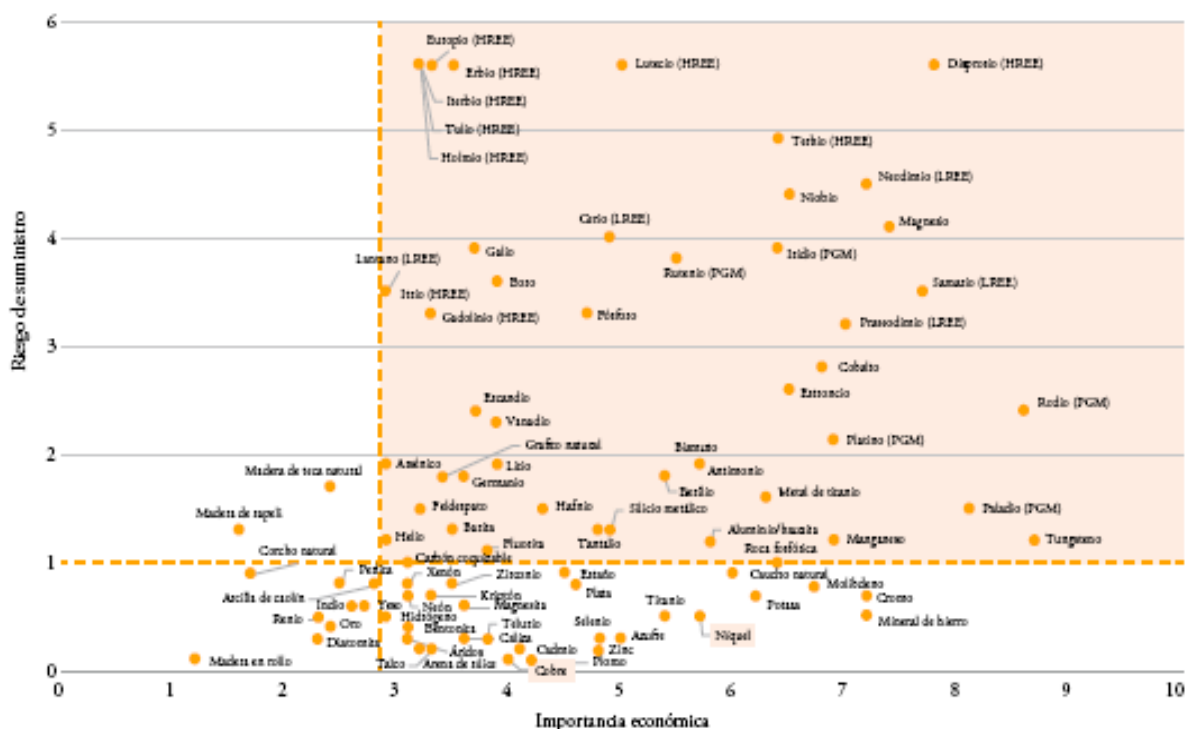
گذار به اقتصاد سبز و همچنین گذار دیجیتال، مستلزم استفاده فزاینده از برخی مواد خام خاص است که برای توسعه فناوری‌های نوین کاملاً ضروری بوده و – مشابه سوخت‌های فسیلی – در معرض ریسک‌های ژئوپولیتیکی قابل توجهی قرار دارند.

مواد خام موسوم به مواد خام حیاتی یا بنیادین^۱ به آن دسته از مواد اولیه‌ای گفته می‌شود که از اهمیت اقتصادی بالایی در فرایندهای تولید برخوردارند، اما ریسک عرضه آن‌ها بسیار بالاست. زمانی که سطح اهمیت اقتصادی و ریسک عرضه از حد معینی فراتر می‌رود، این مواد به عنوان مواد خام استراتژیک^۲ شناخته می‌شوند (شکل ۱۷).

^۱ critical or key raw materials (CRM)

^۲ strategic raw materials (SRM)

شکل (۱۸): مواد خام حیاتی و مواد خام استراتژیک



یادداشت: (مواد خام استراتژیک: SRM)، (عناصر خاکی کمیاب سبک REE)، (عناصر خاکی کمیاب سنگین HREE). منبع: محاسبات فئاس (۲۰۲۵) بر اساس داده‌های کمیسیون اروپا.

در میان مواد خام استراتژیک، عناصر خاکی کمیاب^۱ جایگاه ویژه‌ای دارند. این عناصر شامل مجموعه‌ای از هفده عنصر شیمیایی خاص با کاربرد صنعتی هستند: اسکاندیوم، ایتریوم، لانتان، سریم، پراسئودیمیوم، نئودیمیوم، پرومتیوم، ساماریوم، اروپیم، گادولینیوم، تریوم، دیسپروزیوم، هولمیوم، اربیوم، تولیوم، ایتربیوم و لوتسیوم.

اصطلاح «کمیاب» به این معنا نیست که این عناصر لزوماً نادر باشند، بلکه به این دلیل چنین نام‌گذاری شده‌اند که در طبیعت به‌ندرت به‌صورت خالص یافت می‌شوند. تمام این عناصر جزو مواد خام استراتژیک به‌شمار می‌روند (اگرچه همه مواد خام استراتژیک لزوماً مواد معدنی کمیاب نیستند) و ریسک ژئوپلیتیکی خاصی نیز دارند. این مواد برای تولید فناوری‌های حیاتی کاملاً ضروری‌اند (فیناس و آرنال، ۲۰۲۴):^۲

- ایتريوم برای ساخت لامپ‌های کم‌مصرف و درمان‌های سرطان
- لانتان برای ساخت الکترودهای باتری
- نئودیمیوم برای موتور خودروهای برقی و لیزرهای پرتوان (ضروری برای توسعه هم‌جوشی سرد)
- تریوم برای دیسک‌های سخت حالت جامد

¹ Rare Earth Elements

² Feás and Arnal, 2022

• گادولینیوم برای ماده کنتراست در تصویربرداری MRI

• لوتسیوم برای تجهیزات توموگرافی گسیل پوزیترون (PET) که در تشخیص سرطان کاربرد دارد

هم مواد خام حیاتی و هم در درون آن‌ها، مواد استراتژیک (و در میان آن‌ها، عناصر خاکی کمیاب)، عمدتاً در تعداد بسیار محدودی از کشورها متمرکز هستند؛ کشورهایی که لزوماً از حاکمیت باثبات یا قابل پیش‌بینی برخوردار نیستند. به عنوان نمونه، چین موقعیت مسلطی در تولید خاکی‌های کمیاب سنگین، منیزیم و سیلیسیم فلزی دارد و همچنین در پالایش بسیاری دیگر از مواد معدنی نیز سلطه دارد:

• ۹۵ درصد تولید منگنز

• ۷۳ درصد کبالت

• ۷۰ درصد گرافیت

• ۶۷ درصد لیتیوم

• ۶۳ درصد نیکل

(که مجموعاً نشان می‌دهد چین کنترل بخش عمده عناصر سازنده باتری را در اختیار دارد). در چنین شرایطی، ژئوپولیتیک، مواد خام حیاتی را به ابزاری بسیار قدرتمند تبدیل کرده است، چرا که امکان پیاده‌سازی راهبردهایی همچون کنترل تولید، محدودسازی صادرات، و سرمایه‌گذاری هدفمند خارجی را فراهم می‌کند. چین بارها از این ابزارها استفاده کرده است. به طور مثال:

• در سال ۲۰۱۰، پس از یک مناقشه مرزی، صادرات مواد معدنی کمیاب به ژاپن را محدود کرد.

• در سال ۲۰۲۳، در چارچوب جنگ فناوری با ایالات متحده، کنترل‌هایی بر صادرات گالیوم و ژرمانیوم اعمال کرد.

• در سال ۲۰۲۵، فهرست مواد معدنی مشمول کنترل صادراتی را گسترش داد.

به موازات این اقدامات، چین با سرمایه‌گذاری در بخش معدن در آفریقا و آمریکای لاتین، دسترسی خود به این منابع استراتژیک را به‌ویژه در مورد لیتیوم، کبالت و سایر مواد ضروری برای گذار انرژی تضمین کرده است. در چنین شرایطی، ضروری است که راهبردهایی برای تولید، تنوع‌بخشی و بازیافت مواد خام حیاتی در پیش گرفته شود تا گذارهای سبز و دیجیتال وابسته به تصمیمات ژئوپولیتیکی نباشند. با این حال، علی‌رغم اقداماتی مانند مقررات مواد خام بنیادین که اتحادیه اروپا در سال ۲۰۲۴ تصویب کرده است، دستیابی به استقلال راهبردی مستلزم سرمایه‌گذاری و تولید گسترده‌ای است که در کوتاه‌مدت بسیار دشوار خواهد بود.

۴-۴- ژئوپلیتیک و فناوری: جنگ نیمه‌رساناها

نیمه‌رساناها موادی هستند که بسته به شرایط خاصی مانند دما، فشار، تابش یا میدان‌های مغناطیسی می‌توانند به عنوان هادی یا عایق الکتریکی عمل کنند. این خاصیت دوگانه آنها را به ویژه برای صنعت الکترونیک و فناوری اطلاعات مناسب می‌سازد. نیمه‌رساناها سال‌ها صرفاً به عنوان یک قطعه صنعتی به شمار می‌آمدند، اما نقش حیاتی آنها در ساخت فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی یا پهپادها و موشک‌های دوربرد، اهمیت استراتژیک آنها را تقویت کرده و محدودیت‌هایی بر تجارت آزادشان ایجاد کرده است. این استفاده دوگانه و بازتنظیم ژئوپلیتیکی چند دهه اخیر، زمینه‌ساز درگیری فناورانه بین ایالات متحده و چین شده است.

از دهه دوم قرن بیست و یکم، چندین دلیل باعث تغییر نگرش نسبت به چین شد: از یک سو، تلاش چین برای ارتقاء ظرفیت‌های صنعتی خود از طریق برنامه راهبردی «ساخت در چین ۲۰۲۵»^۱ و «استراتژی جریان دوگانه»^۲ ۲۰۲۰ که هدف آن اولویت دادن به تقاضای داخلی به عنوان محرک رشد بدون کنار گذاشتن استراتژی صادرات و بهره‌گیری از هم‌افزایی با بخش دفاعی است؛ و از سوی دیگر، تنش‌ها در دریای جنوبی چین که چین را به عنوان قدرتی جسورتر و حتی جنگ‌جوتر از انتظار نشان داد. در نتیجه، ایالات متحده چین را نه به عنوان شریک بالقوه، بلکه به عنوان رقیب استراتژیک دید و از زمان دولت اوباما، هدف جلوگیری از پیشرفت تکنولوژیکی چین را دنبال کرد. دولت اول ترامپ این سیاست را ادامه داد و مایک پنس، معاون رئیس‌جمهور در سخنرانی خود در موسسه هادسون در اکتبر ۲۰۱۸، آشکارا اعلام کرد که نیت‌های چین صلح‌آمیز نیستند و رهبری صنعتی چین تهدیدی است که به رهبری نظامی تبدیل می‌شود.

به تدریج، شرکت‌های فناوری چینی در فهرست شرکت‌های ممنوعه آمریکا^۳ قرار گرفتند؛ فهرستی که شرکت‌های حساس را از دریافت کالاهای آمریکایی محروم می‌کند. با مشاهده این که بخش زیادی از تجارت نیمه‌رساناها به چین خارج از کنترل آمریکا انجام می‌شود، در سال ۲۰۲۰ محدودیت‌های بیشتری برای استفاده از تجهیزات آمریکایی در تولید تراشه‌های پیشرفته در خارج از کشور وضع شد. در دولت بایدن، پس از اعلام اینکه شرکت چینی SMIC موفق به تولید نیمه‌رساناهای بسیار پیشرفته شده، آمریکا اهداف امنیت ملی خود را تغییر داد و خواستار کسب برتری فناوری وسیع‌تر نسبت به چین شد. در پی آن، در اکتبر ۲۰۲۲ محدودیت‌هایی بر تولید نیمه‌رساناهای نود پیشرفته^۴، تجهیزات تولید

^۱ Made in China ۲۰۲۵

^۲ Dual Circulation Strategy of ۲۰۲۰

^۳ Entity List

^۴ advanced-node semiconductors

نیمه‌رسانا، قابلیت‌های محاسبات پیشرفته و ابررایانه‌ها در چین اعمال شد و فعالیت شرکت‌ها و حتی افراد آمریکایی محدود گردید. همزمان فشارهایی به کشورهای ثالث از جمله هلند وارد شد که در ژوئن ۲۰۲۳ موافقت کرد صادرات فناوری پیشرفته لیتوگرافی نیمه‌رساناها (که متعلق به شرکت چندملیتی ASML است) را محدود کند.

مشارکت کشورهای ثالث در این جنگ فناوری باعث شد چین که تا آن زمان فقط به تحریم‌های آمریکا با اقدامات تلافی‌جویانه کوچک پاسخ می‌داد، محدودیت‌هایی بر صادرات مواد استراتژیکی مانند گالیوم و ژرمانیوم (فلزات کلیدی در تولید نیمه‌رساناهای پیشرفته) و همچنین چند نوع گرافیت (که برای تولید باتری خودروهای برقی، روان‌کننده‌های صنعتی، پتروشیمی، هوافضا و صنایع دفاعی حیاتی است) اعمال کند.

محدودیت‌های فناورانه احتمالاً باعث تأخیر در تولید تراشه‌های نسل آخر توسط چین شده‌اند، اما پیشرفت در فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی را متوقف نکرده‌اند. در ژانویه ۲۰۲۵، شرکت چینی دیپ سیک مدلی از هوش مصنوعی را معرفی کرد که با وجود تحریم‌های آمریکا علیه چین بر سر تراشه‌های انویدیا، به صورت متن‌باز و با هزینه‌ای بسیار کمتر از GPT-۴ اوپن‌ای‌آی توسعه یافته بود. همان‌طور که هگل گفته است، "فناوری در جایی پدید می‌آید که نیاز وجود دارد". این دستاورد به چین اجازه داد به جهان و به ویژه کشورهای موسوم به «جهان جنوب» نشان دهد که نه تنها می‌تواند هوش مصنوعی پیشرفته را علی‌رغم تحریم‌های آمریکا تولید کند، بلکه به صورت کارآمدتر و با کد باز انجام می‌دهد. مشابه آنچه در واکسن‌های کووید رخ داد، چین خود را به عنوان قدرتی خیرخواه معرفی کرد که حاضر است فناوری پیشرفته را در اختیار کشورهای در حال توسعه‌ای قرار دهد که از سوی غرب نادیده گرفته شده‌اند؛ حرکتی با اهمیت ژئوپلیتیکی بسیار بالا.

۵-۴- ژئوپلیتیک و تجارت کشاورزی و غذایی

در دنیایی چندقطبی، همان‌طور که در حوزه انرژی یا فناوری دیده می‌شود، مواد غذایی نیز به یک کالای استراتژیک تبدیل شده‌اند. تهاجم روسیه به اوکراین یادآور خطر وابستگی بیش از حد غذایی بود. پیش از جنگ، اوکراین و روسیه تقریباً ۳۰ درصد از صادرات جهانی گندم و ۷۰ درصد از صادرات روغن آفتابگردان را در اختیار داشتند. قطع این صادرات باعث افزایش شدید قیمت‌ها و تهدید امنیت غذایی کشورهای که به شدت وابسته بودند، به ویژه در شمال آفریقا و خاورمیانه شد. اجرای اقداماتی بین‌المللی مانند ابتکار غلات دریای سیاه (برای امکان صادرات غلات اوکراین از طریق اودسا)، با میانجی‌گری ترکیه و سازمان ملل، از بروز مشکلات بزرگ‌تر جلوگیری کرد (یادآوری کنیم که بهار عربی در شرایط نارضایتی اجتماعی ناشی از افزایش قیمت مواد غذایی در برخی کشورهای شمال آفریقا رخ داد). روسیه نیز در مقاطعی صادرات خود را محدود کرد تا قیمت‌های داخلی را کنترل نماید.

بدین ترتیب و به شکلی طنزآمیز، ژئوپلیتیک پس از جنگ روسیه و اوکراین به دفاع از سیاست‌های امنیت غذایی مانند سیاست کشاورزی مشترک اتحادیه اروپا^۱ (CAP) که در قرن بیستم انتقادات فراوانی به آن وارد شده بود، کمک کرده است. همزمان، ضرورت تنوع بخشی به منابع تامین غذایی و کاهش وابستگی به مناطق ناپایدار یا دارای درگیری، به عنوان استدلالی برای حمایت از توافقات تجاری مانند توافق اتحادیه اروپا با مرکوسور مطرح شده است. در شرایط تغییرات اقلیمی- که برخی محصولات کشاورزی ممکن است در میان مدت دیگر قابل کشت نباشند- و تنش‌های ژئوپلیتیکی، محدودیت‌های تجاری بر غذا می‌تواند به ابزاری قدرتمند برای فشار تبدیل شود. بنابراین، داشتن درجه‌ای از خودکفایی استراتژیک و تنوع کافی در منابع تامین، امری حیاتی است.

۶-۴- ژئوپلیتیک و تجارت تجهیزات دفاعی

قبلاً اشاره کردیم که نیمه‌رساناها به کالایی با استفاده دوگانه (متعارف و نظامی) تبدیل شده‌اند و تجارت آنها تحت کنترل‌های سختگیرانه قرار گرفته است. اما نکته جدیدتر، تغییر نگرش به تجارت تجهیزات خالص دفاعی است، جایی که ایالات متحده با رهبری بی‌چون و چرایش در این زمینه، به‌ویژه در دوره دوم ریاست جمهوری ترامپ، تغییرات قابل توجهی ایجاد کرده است.

برای سال‌ها بخش عمده‌ای از جهان، از جمله اتحادیه اروپا، از چتر حمایتی آمریکا بهره‌مند بود و این موضوع به صورت غیرمستقیم باعث کاهش هزینه‌های نظامی می‌شد. اما این وضعیت تغییر کرده است، نه فقط به دلیل درخواست ترامپ برای افزایش هزینه نظامی توسط متحدان ناتو، بلکه به این دلیل که او رویکردی بسیار تهاجمی اتخاذ کرده است که حمایت نظامی آمریکا را به صورت غیرمستقیم مشروط به قبول خواسته‌های این کشور در حوزه‌های مختلف می‌کند. این رویکرد، همراه با بازنگری در حمایت از اوکراین (که شامل توقف موقتی کمک‌های نظامی بود و بعدها لغو شد)، نگرانی‌هایی را در میان متحدان اروپایی در مورد قابل اطمینان بودن آمریکا به عنوان تامین کننده دفاعی به وجود آورده است؛ موضوعی که چند سال پیش غیرقابل تصور بود.

علاوه بر تصمیم اروپا برای تقویت استقلال دفاعی‌اش و افزایش چشمگیر هزینه‌های نظامی (و تقویت همکاری بین اتحادیه اروپا و بریتانیا)، تغییر قابل توجهی در تجارت تجهیزات دفاعی رخ داده است که بر خرید تجهیزات آمریکایی اثرگذار بوده است. مثلاً در قراردادهای مربوط به هواپیماهای F-۳۵ (که شرکت آمریکایی لاکهید مارتین پیمانکار اصلی آن

^۱ Common Agricultural Policy (CAP)

است)، پرتغال و کانادا در سال ۲۰۲۵ اعلام کردند قراردادهای خرید خود را به دلیل تنش‌های سیاسی و تجاری با واشنگتن بازبینی می‌کنند و گزینه‌های تامین کنندگان اروپایی را بررسی می‌کنند.

این وضعیت با اتهاماتی مبنی بر اینکه آمریکا قادر است عملکرد سیستم‌های نظامی فروخته شده به متحدانش را از راه دور و از طریق پلتفرم‌های دیجیتال مانند ALIS^۱ و جانشین آن ODIN^۲ غیرفعال یا محدود کند، تشدید شده است. خود ترامپ به طور علنی اظهار داشت که نسخه‌های تقلیل یافته^۳ از هواپیماهای نسل جدید F-۴۷ به متحدان فروخته خواهند شد، چون ممکن است روزی دیگر متحد ما نباشند؛ اظهاراتی که به شک و تردیدها دامن زد. حتی اگر وجود دکمه قطع عملکرد^۴ تایید نشده باشد، وابستگی عملکرد F-۳۵ به به‌روزرسانی‌های مداوم نرم‌افزاری آمریکایی و همچنین وابستگی به پشتیبانی لجستیکی، اعتماد خریداران را به طور کامل تحت تأثیر قرار داده است. ترس از کنترل از راه دور فناوری توسط دشمنان استراتژیک، که همواره در بحث درباره چین و زیرساخت ۵G وجود داشته، اکنون بر روابط تجاری با آمریکا نیز تأثیر گذاشته و آمریکا به عنوان متحدی که امروز نسبت به دیروز کمتر قابل اطمینان است، دیده می‌شود.

۷-۴- جنگ تجاری ترامپ و تأثیر مالی آن

به قدرت رسیدن دونالد ترامپ چارچوب روابط تجاری بین‌المللی را به‌طور عمیقی دگرگون کرده است. دستور کار سیاست تجاری رئیس‌جمهور (USTR، ۲۰۲۵)^۵ رویکرد واضح نئومرکانتیلیستی اتخاذ کرده و معتقد است که کسری تجاری آمریکا در نتیجه حمله نخبگان جهانی گرا به وجود آمده که سیاست‌های اجرا شده توسط ایشان در حوزه تجارت، سبب زیان به کارگران و نفع خود شده و امنیت ملی را به زنجیره‌های تأمین شکننده بین‌المللی واگذار کرده است. از دید دولت ترامپ، تعرفه‌ها، ابزارهای باقی‌مانده از قرن بیستم، در قرن بیست‌ویکم همچنان راهی برای رسیدن به اهداف متنوعی چون کسب درآمد برای کاهش مالیات بر شرکت‌ها، کاهش کسری تجاری دوجانبه با کشورهای مختلف، تشویق بازگشت شرکت‌های تولیدی به آمریکا و احیای اشتغال صنعتی هستند. تهدید به تعرفه‌ها همچنین به عنوان اهرمی ژئوپلیتیکی برای پیشبرد ابتکارات غیرقابل تصور مانند الحاق کانادا به آمریکا به عنوان ایالت ۵۱، الحاق گرینلند یا حل مسئله پیچیده فتنایل استفاده شده است.

^۱ Autonomic Logistics Information System

^۲ Operational Data Integrated Network

^۳ toned-down

^۴ kill switch

^۵ The President's Trade Policy Agenda (USTR، ۲۰۲۵)

ترامپ و تیمش به صراحت در حال به چالش کشیدن توافقات تجاری موجود، چه ترجیحی (مانند USMCA با کانادا و مکزیک) و چه چندجانبه در سازمان تجارت جهانی (WTO)، هستند. در واقع، در سند «سازمان تجارت جهانی در ۳۰ سالگی و منافع آمریکا» که به عنوان پیوست دستورکار منتشر شده، دولت به صراحت بیان می‌کند که دوام‌پذیری سازمان تجارت جهانی به طور فزاینده‌ای زیر سؤال رفته و این سازمان در مسائل اساسی مسیر خود را گم کرده است.

با این حال، باید اذعان کرد که انتقاد به سازمان تجارت جهانی خالی از استدلال‌های معتبر نیست. واقعیت این است که سازمان تجارت جهانی در مواردی شکست خورده است؛ از جمله تعریف مداوم کشورها به عنوان در حال توسعه به جای معیارهای عینی (که به چین اجازه می‌دهد از این وضعیت سوءاستفاده کند)، حفاظت ناکافی از مالکیت معنوی، ناتوانی در جلوگیری یا اصلاح یارانه‌های صنعتی، کندی و کارایی کم سازوکار حل اختلافات و سازمان تجدیدنظر (که توسط ترامپ با مسدود کردن انتصاب قضات فلج شده و دولت بایدن نیز آن را اصلاح نکرده است)، عدم وضوح درباره مفهوم کالاهای با منافع ملی (که در حوزه‌هایی مثل فولاد محل تردید است اما در نیمه‌رساناها معقول به نظر می‌رسد)، ناتوانی در دستیابی به توافقی‌هایی که کاهش میانگین تعرفه‌ها را در پی داشته باشد، و در نهایت عدم امکان اصلاح اساسی سازمان. رویکرد آمریکا به نظر می‌رسد امکان اصلاح عمیق را رد می‌کند، در حالی که اصلاح بنیادین همیشه بهتر از رها کردن سازمان است. استفاده از تعرفه‌ها توسط دولت ترامپ فقط محدود به حوزه تجارت نبود، بلکه در عرصه ژئوپلیتیک نیز به کار رفت. به عنوان مثال، تحریم‌های اعلام شده در مارس ۲۰۲۵ (تعرفه ۲۵ درصد) علیه کشورهایی که نفت و نژوئلا را وارد می‌کنند، بر پایه قانون اختیارات اقتصادی اضطراری بین‌المللی ۱۹۷۷ و دستورهای اجرایی متعدد، از تعرفه‌ها به عنوان ابزار تحریمی فراسرزمینی استفاده کرده است.

جدول (۲۴): برخی تعرفه‌های متقابل اعمال شده توسط ایالات متحده

کشور	[۱] صادرات (میلیون دلار)	[۲] واردات (میلیون دلار)	[۳] تراز تجاری	[۴] تعرفه نظری	[۵] تعرفه ایالات متحده
استرالیا	۳۴,۵۹۴	۱۶,۶۸۵	۱۷,۹۰۹	٪۱۰	٪۱۰
برزیل	۴۹,۶۶۷	۴۲,۳۱۷	۷,۳۵۰	٪۱۰	٪۱۰
چین	۱۴۳,۵۴۶	۴۳۸,۹۴۷	-۲۹۵,۴۰۱	٪۶۷	٪۳۴
هنگ کنگ	۲۷,۸۸۷	۵,۹۷۴	۲۱,۹۱۳	٪۱۰	٪۱۰
هند	۴۱,۷۵۳	۸۷,۴۱۷	-۴۵,۶۶۴	٪۵۲	٪۲۷
اسرائیل	۱۴,۷۹۲	۲۲,۲۱۸	-۷,۴۲۶	٪۳۳	٪۱۷
ژاپن	۷۹,۷۴۰	۱۴۸,۲۰۹	-۶۸,۴۶۹	٪۴۶	٪۲۴

کره جنوبی	۶۵,۵۴۱	۱۳۱,۵۴۹	-۶۶,۰۰۸	%۵۰	%۲۶
مالزی	۲۷,۷۰۴	۵۲,۵۳۵	-۲۴,۸۳۱	%۴۷	%۲۴
عربستان سعودی	۱۳,۱۷۸	۱۲,۷۳۴	۴۴۴	%۱۰	%۱۰
سنگاپور	۴۶,۰۳۲	۴۳,۲۰۴	۲,۸۲۸	%۱۰	%۱۰
سوئیس	۲۴,۹۶۲	۶۳,۴۲۶	-۳۸,۴۶۴	%۶۱	%۳۱
تایوان	۴۲,۳۳۷	۱۱۶,۲۶۴	-۷۳,۹۲۷	%۶۴	%۳۲
بریتانیا	۷۹,۹۴۳	۶۸,۰۸۴	۱۱,۸۵۹	%۱۰	%۱۰
ویتنام	۱۳,۰۹۷	۱۳۶,۵۶۱	-۱۲۳,۴۶۴	%۹۰	%۴۶
اتحادیه اروپا	۳۷۰,۱۸۹	۶۰۵,۷۶۰	-۲۳۵,۵۷۱	%۳۹	%۲۰

منبع: تهیه شده توسط فئاس (۲۰۲۵)، بر اساس داده‌های سرشماری تجارت ایالات متحده در سال ۲۰۲۴. داده‌ها بر حسب میلیون دلار می‌باشند.

در ۲ مارس ۲۰۲۵ ترامپ اعلام کرد که تعرفه‌های عمومی همه کالاها به حداقل ۱۰ درصد افزایش می‌یابد. منطق این اقدام براساس محاسبه تعرفه نظری اعمال شده توسط بقیه جهان بود که از نسبت کسری تجاری دوجانبه به واردات به دست می‌آمد (یا ۱۰ درصد اگر کسری وجود نداشت) و آمریکا تعرفه متقابلی برابر نصف آن ارزش (اما حداقل ۱۰ درصد) اعمال کرد. بازارها بلافاصله نسبت به احتمال ایجاد اختلال در تولید داخلی آمریکا و رکود جهانی واکنش نشان دادند و بورس‌ها به شدت افت کردند که مشابه آن طی دهه‌ها دیده نشده بود، در حالی که ترس از کاهش شدید رشد جهانی افزایش یافته بود.

جنگ تجاری تأثیرات مالی شدیدی به همراه داشته است. ایده‌ای که این خودکشی اقتصادی ظاهری آمریکا بخشی از برنامه‌ای پیچیده برای کاهش نرخ بهره و تسهیل بازپرداخت بدهی در ۲۰۲۵ است، فاقد شواهد معتبر است. این ایده مبتنی بر گزارش میران^۱ است، سندی که اواخر ۲۰۲۴ توسط رئیس کنونی شورای مشاوران اقتصادی آمریکا نوشته شده و مدعی است نقش دلار به عنوان ارز ذخیره جهانی، هزینه‌ای ناشی از ارزش گذاری بیش از حد دارد که به شدت باعث کسری تجاری آمریکا شده است. در این گزارش توصیه شده توافقی (به نام توافقات مار-آ-لاگو، یادآور توافقات پلازا^۲) برای بازسازی بدهی آمریکا با دوره‌های بلندتر و نرخ‌های پایین‌تر به اجرا گذاشته شود.

واقعیت پیچیده‌تر از آن است که فقط دلار باعث کسری تجاری شده باشد؛ دلایل مالی و واقعی به هم مرتبط هستند و کسری تجاری دوجانبه فاقد معنا است. دولت آمریکا ممکن است سیستم مالی جهانی را هزینه‌بر بداند اما در عین حال از

^۱ Miran Report

^۲ dubbed the Mar-à-Lago Agreements, reminiscent of the famous Plaza Accord

مزایای مالی زیادی برخوردار است. اگر هدف کاهش رشد اقتصادی و پایین آوردن نرخ بهره برای کاهش هزینه بازپرداخت بیش از ۹ تریلیون دلار بدهی ۲۰۲۵ بود، می‌توانست با افزایش مالیات و تشویق پس‌انداز محقق شود، زیرا رکود اقتصادی ممکن است درآمدهای مالیاتی را کاهش داده و کسری بودجه را افزایش دهد.

در این جنگ تجاری، ژئوپلیتیک نقش پررنگی دارد. از یک طرف چین حاضر به تسلیم در برابر باج‌خواهی تعرفه‌ای نیست و برای تشدید تنش‌ها آماده است که می‌تواند تجارت جهانی را شدیداً تحت تأثیر قرار دهد. از سوی دیگر، آمریکا می‌خواهد مطمئن شود که تعرفه‌ها به رشد اقتصادی چین آسیب می‌زنند. در هر صورت، این ریسک بسیار بالاست تا جایی که دلار و بدهی آمریکا ممکن است اعتبار خود را به عنوان دارایی امن از دست بدهند. سقوط بورس‌ها برخلاف معمول باعث هجوم به اوراق قرضه نشد؛ بلکه فروش گسترده اوراق ۱۰ ساله آمریکا رخ داد که به دلایلی چون نیاز به نقدینگی برای مارجین کال^۱، تأثیر نوسان بر صندوق‌های پوشش ریسک اهرمی و فروش توسط مدیران ژاپنی مرتبط است.

تنش در بازار اوراق باعث بازگشت ترس قدیمی از فروش گسترده اوراق آمریکا توسط چین (دومین دارنده بزرگ پس از ژاپن) برای آسیب زدن به آمریکا شد، اما این سناریو چندان منطقی نیست؛ اولاً چون توانایی چین برای آسیب زدن به آمریکا از این طریق اغراق‌آمیز است و دوم اینکه فروش گسترده بدهی منجر به تقویت یوان و آسیب بیشتر به صادرات چین می‌شود. در واقع، چین احتمالاً سعی دارد یوان را تضعیف کند تا دلار را تقویت کرده و آمریکا را تحت فشار بگذارد. علاوه بر تعرفه‌ها، چین صادرات معدنی کمیاب مورد استفاده در فناوری (دیسپروسیوم، ساماریوم، لوتسیوم، گادولینیوم، اسکاندیوم، تریبوم و ایتربیوم) را از ۴ آوریل ۲۰۲۵ تحت کنترل قرار داده است.

تنش‌ها در بازار اوراق قرضه ترامپ را مجبور به تعلیق موقت تعرفه‌های متقابل به مدت ۹۰ روز کرد و تعرفه پایه ۱۰ درصد برای همه کشورها باقی ماند، اما تعرفه ۱۲۵ درصد علیه چین حفظ شد (و چین نیز تعرفه معادل علیه آمریکا اعمال کرد). این وضعیت متأسفانه ثبات را تضمین نمی‌کند زیرا باعث طولانی شدن عدم قطعیت و خطر اختلال در تولید آمریکا به دلیل کمبود مواد اولیه صنعتی چین می‌شود.

در کل، پیش‌بینی اینکه این سناریوی جدید تا چه اندازه بر جهانی‌سازی تجاری تأثیر خواهد گذاشت، آسان نیست؛ زیرا آنچه در دنیای کنونی به‌روشنی اثبات شده، این است که متمرکز کردن ریسک در یک کشور واحد یا فرض پایدار بودن اتحادها، کاری خطرناک است. بازگرداندن تولید به کشور مبدأ^۲ از نظر اقتصادی گزینه‌ای قابل تحمل نیست؛ انتقال به

^۱ درخواست مارجین (Margin Call) زمانی رخ می‌دهد که یک سرمایه‌گذار مجبور می‌شود به سرعت پول نقد تأمین کند تا بدهی ناشی از معاملات خود را پوشش دهد. این معمولاً در پی کاهش ارزش بازار دارایی‌هایی مانند سهام اتفاق می‌افتد که به عنوان وثیقه برای دریافت وام استفاده شده‌اند.

^۲ reshoring

کشورهای نزدیک^۱ چیز تازه‌ای نیست؛ و انتقال به کشورهای دوست^۲ نیز با دشواری‌هایی همراه است، چرا که تعریف کشور «دوست» در بلندمدت ممکن نیست. در چنین چارچوبی، تصمیم‌گیری‌های راهبردی بسیار پرریسک شده‌اند. به عنوان نمونه، هر چند منطقی به نظر می‌رسد که اتحادیه اروپا به سمت تقویت روابط با شرکای تجاری‌ای پیش برود که هنوز به چارچوب قواعد تجاری پایبند هستند، اما نزدیک شدن به کشورهای نظیر چین الزاماً منفعت‌آمیز نخواهد بود؛ زیرا اتحادیه اروپا به سختی می‌تواند مازاد تولید چین را که از بازار آمریکا منحرف شده، جذب کند، بدون آنکه تنش‌های شدید در صنعت داخلی‌اش ایجاد شود. در حال حاضر تنها چیزی که به وضوح می‌توان انتظار داشت، تقویت روند منطقه‌گرایی تجاری، تعمیق خوداتکایی راهبردی هر بلوک اقتصادی، و احتمالاً کند شدن روند تجارت جهانی است. ژئوپولیتیک و عدم قطعیت به درون اقتصاد نفوذ کرده‌اند و به نظر می‌رسد که دیگر جای خود را تثبیت کرده‌اند^۳. در جمع‌بندی، جهانی‌سازی دستخوش تحولی عمیق شده و ژئوپولیتیک به مهم‌ترین عامل ریسک اقتصادی و نوسان در دهه دوم قرن بیست و یکم بدل شده است. ایالات متحده، که زمانی بزرگ‌ترین حامی نظم بین‌المللی مبتنی بر قواعد بود، اکنون به اصلی‌ترین عامل ایجاد ترید در برابر این نظم تبدیل شده و تجارت بین‌الملل را به سلاحی سیاسی بدل کرده است - مسیری که دیگر کشورها نیز در پیش گرفته‌اند. مگر آنکه عقلانیت بار دیگر حاکم شود و جهانی‌سازی - هر چند با نگاهی انتقادی اما منطقی - احیا گردد، در غیر این صورت، خطر از دست رفتن بخش بزرگی از رشد و رفاه جهانی وجود دارد؛ چیزی که ساختنش دهه‌ها زمان برده است.

۸-۴- اجتماع یابی بر مبنای جدول داده-ستانده بین کشوری سال ۲۰۲۰

با توجه به به تحولات جهانی و منطقه‌ای بعد از سال ۲۰۱۶ اینک به اجتماع یابی مطابق جدول ۲۰۲۰ می‌پردازیم. جدول سال ۲۰۲۰ به صورت ۴۵ در ۴۵ فعالیت در دسترس است. اما بدلیل افزایش تعداد کشورها در آن نسبت به سال ۲۰۱۶ بسیاری از سطرها و ستونهای کشورها بدلیل عدم تبادل اقتصادی، صفر است. لذا برای رفع این مشکل اقدام به تجمع در قالب کدهای ISIC کردیم و جدول به ۳۷ بخش طبقه‌بندی شد (پیوست ۴) و از حیث صفر بودن همه عناصر، پالایش و قابل استفاده شد. لذا برای اجتماع یابی در سال ۲۰۲۰ از جدول ۳۷ بخشی استفاده شد. با توجه به هدف پژوهش متفاوت در سال ۲۰۱۶ و سال ۲۰۲۰ استدلال در مورد مزیت افزایش تعداد بخش‌های اقتصادی (۳۷ بخش در سال ۲۰۲۰ در مقابل ۱۹ بخش در سال ۲۰۱۶) برای اجتماع یابی، به‌ویژه در کاربرد آن برای تحلیل وضعیت و فرصت‌های ایران (حتی در شرایطی که ایران در داده‌های رسمی ۲۰۲۰ به صورت جدا نیامده)، می‌توان موارد زیر را متذکر شد:

^۱ nearshoring

^۲ friendshoring

^۳ Feás .e, ۲۰۲۰

نخست اینکه وقتی داده‌ها با تفکیک بخشی بیشتری در اختیار داریم (۳۷ بخش در ۲۰۲۰) و هدف، استفاده برای سیاست‌گذاری برای ایران است، در واقع هر گره در شبکه‌ی جهانی تجارت، اطلاعات دقیق‌تری از ساختار ارزش افزوده، تعاملات بین صنایع و انتقالات اقتصادی را علیرغم افزایش پیچیدگی محاسباتی بازنمایی می‌کند. این دقت بالاتر منجر به موارد زیر می‌شود:

- تشخیص دقیق‌تر اجتماعات اقتصادی: با ۳۷ بخش (۲۰۲۰)، مرز بین صنایع بیشتر تفکیک می‌شود و اجتماعات تجاری - اقتصادی شکل گرفته بر اساس آن، دقیق‌تر و کارکردی‌تر برای اقتصاد ایران خواهند بود.
 - شناسایی هم‌گرایی یا واگرایی بخشی بین کشورها: برای ایران که در تلاش برای بازگشت یا نفوذ مجدد به شبکه تجارت جهانی است، مهم است که بدانند در چه بخش‌هایی با کدام کشورها شباهت ساختاری دارد. با تفکیک بیشتر، حتی اگر ایران در جدول ۲۰۲۰ به صورت مستقیم حضور نداشته باشد، می‌توان از طریق شباهت بخشی با سایر کشورها (مثلاً صادرات محصولات شیمیایی مشابه با عربستان یا هند)، مسیرهای بالقوه اتصال به اجتماعات جهانی را یافت.
 - با توجه به اینکه ایران در جدول ۲۰۲۰ در دسته‌ی "سایر کشورها" قرار دارد، تفکیک بیشتر بخش‌ها این امکان را می‌دهد که حتی در نبود داده مستقیم، بتوان از الگوهای صنعتی کشورهای مشابه در منطقه (مثل ترکیه، هند، عربستان و غیره) استفاده کرد، و با تطبیق آن با ساختار اقتصاد داخلی ایران، حضور محتمل ایران را در اجتماع‌ها تحلیل کرد. در واقع، افزایش بخش‌ها باعث می‌شود که جایگاه ایران با دقت بیشتری در شبکه بازسازی شود، حتی اگر صراحتاً در داده نیامده باشد. علاوه بر آن، با توجه به اینکه هدف مطالعه کاربرد در سیاست‌گذاری برای ایران در قالب اجتماع یابی است، در این باره بیشترین استفاده مزیت‌های سیاست‌گذاری زیر را دارد:
 - امکان هدف‌گذاری دقیق‌تر در دیپلماسی اقتصادی: با شناخت اینکه در سال ۲۰۲۰ کدام کشورها در چه اجتماع‌هایی با چه صنایع کلیدی قرار دارند، ایران می‌تواند سیاست‌های تجاری خود را به سمت آن بخش‌ها جهت دهد.
 - تحلیل اثرات احتمالی بازگشت ایران به شبکه جهانی: با افزایش تفکیک، می‌توان مدل‌سازی کرد که اگر ایران به تدریج در بخش‌هایی مثل پتروشیمی، خدمات مالی یا انرژی وارد تعاملات شود، به کدام اجتماع نزدیک خواهد شد و ساختار شبکه چگونه تغییر خواهد کرد. این قابلیت در تحلیل با تعداد بخش‌های بیشتر بهتر دیده می‌شود.
- به طور کلی استدلال ما برای بکارگیری افزایش تعداد بخش‌ها در جدول داده-ستانده جهانی سال ۲۰۲۰ شامل افزایش دقت اجتماع‌یابی و تحلیل ساختار شبکه جهانی، امکان بهره‌گیری غیرمستقیم برای کشورهایمانند ایران که داده جداگانه ندارند، و توانمندی بهتر برای استخراج استراتژی‌های بخشی و منطقه‌ای برای ایران می‌باشد. در نهایت، استفاده از اجتماع‌یابی در سال ۲۰۲۰ با تفکیک بخشی بالا، نه تنها مکمل تحلیل‌های سال ۲۰۱۶ است، بلکه مسیر را برای تحلیل‌های آینده‌نگر، شبیه‌سازی‌های بازگشت ایران به زنجیره‌های ارزش و طراحی سناریوهای سیاست‌گذاری باز می‌کند.
- البته باید به این نکته هم برای اجتماع‌یابی در سال ۲۰۲۰ توجه کرد که ویروس کرونا در این سال به شکل پاندمی مطرح بود. به گونه‌ای که ویروس کرونا (COVID-۱۹) نخستین بار در دسامبر ۲۰۱۹ در شهر ووهان چین شناسایی شد و در مدت کوتاهی به

یک همه‌گیری جهانی بدل گشت. سازمان جهانی بهداشت در ۱۱ مارس ۲۰۲۰ به‌طور رسمی اعلام کرد که کرونا به مرحله پاندمی رسیده است. این وضعیت منجر به اتخاذ سیاست‌های قرنطینه‌ای گسترده در کشورهای مختلف جهان شد.

در ژانویه ۲۰۲۰، دولت چین به‌عنوان نخستین کشور، اقدام به قرنطینه کامل شهر ووهان کرد. پس از آن، بسیاری از کشورهای اروپایی از جمله ایتالیا، اسپانیا، فرانسه و آلمان در بازه زمانی مارس تا آوریل ۲۰۲۰ وارد دوره‌ای از تعطیلی سراسری و محدودیت‌های شدید تردد شدند. در حوزه تجارت بین‌الملل، همه‌گیری کرونا شوک قابل توجهی به سیستم اقتصادی جهانی وارد کرد. تعطیلی کارخانه‌ها، اختلال در حمل‌ونقل و بسته شدن مرزها موجب کاهش شدید تجارت جهانی در سال ۲۰۲۰ شد. براساس برآوردهای سازمان تجارت جهانی، تجارت جهانی در این سال با کاهش بین ۱۳ تا ۳۲ درصد مواجه شد. زنجیره‌های تأمین جهانی که در دهه‌های اخیر به شدت به هم پیوسته و بین‌المللی شده بودند، با اختلال مواجه شدند. صنایع وابسته به تولید قطعات در کشورهای مختلف، از جمله صنعت خودروسازی، الکترونیک، پوشاک و ماشین‌آلات، از این بحران آسیب دیدند. در مقابل، تقاضا برای برخی کالاهای خاص مانند تجهیزات پزشکی، ماسک، دارو و اقلام بهداشتی به شدت افزایش یافت.

علاوه بر این، بحران کرونا موجب شد که نظام حمل‌ونقل بین‌المللی نیز با مشکلات متعددی روبه‌رو شود. حمل‌ونقل هوایی تا حد زیادی متوقف شد و حمل‌ونقل دریایی با تأخیر و افزایش هزینه روبه‌رو گردید، به‌طوری‌که نرخ اجاره کانتینر در سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ به شکل بی‌سابقه‌ای افزایش یافت. به این ترتیب، بحران کرونا نه تنها یک شوک فوری بر تجارت بین‌الملل وارد کرد، بلکه چشم‌اندازهای بلندمدت آن را نیز تحت تأثیر قرار داد. ولی بدلیل در دسترس نبود داده‌ها، مجبور به استفاده از آخرین اطلاعات یعنی جدول سال ۲۰۲۰ که در سال ۲۰۲۳ منتشر شده، خواهیم بود.

با این وصف، برای اجتماع‌یابی شبکه تجارت جهانی بر پایه زنجیره مارکوف تجمیعی در سال ۲۰۲۰ گام اول، محاسبه ماتریس گذار جهت ساخت زنجیره مارکوف تجمیعی است. با کمک این ماتریس می‌توان احتمال ماندگاری جوامع منتخب را مشخص کرد. این امر با قطر اصلی ماتریس U قابل احصا و دستیابی است. چنانکه از طریق معادله (۱۲) نیز می‌توان به آن دست پیدا کرد. گام دوم، دستیابی به احتمال ماندگاری هر اجتماع و معناداری آن است، که از طریق ماتریس گذار قابل حصول است. هر اندازه مقدار احتمال ماندگاری بالاتر باشد؛ به معنای روابط درونی بهتر و قوی‌تر اعضا نسبت به اجتماع‌های دیگر است. به بیان دیگر، روابط بین‌بخشی در آن اجتماع عمق بیشتری دارد و همگرا است.

در ادامه تحلیل و بررسی اجتماع‌یابی برپایه جدول سال ۲۰۲۰ انجام می‌شود. برای سال ۲۰۲۰، مطابق معیارهای روش زنجیره مارکوف تجمیعی، ۱۶ اجتماع برگزیده شده است. همانطور که در قبل ذکر شد در سال ۲۰۲۰ هم‌زمان با آغاز پاندمی کرونا، جنگ تجاری چین و آمریکا و خروج بریتانیا از اتحادیه اروپا (Brexit) است. این وقایع باعث شده که کشورها به‌صورت اضطراری به دنبال بازسازی زنجیره تأمین داخلی خود برونند. این تغییرات، باعث بالا رفتن احتمال پایداری در خوشه‌های کوچک‌تر شده و در روش زنجیره مارکوف پیکاردی منجر به کشف ۱۶ جامعه در سال ۲۰۲۰ در مقایسه با ۱۰ جامعه در ۲۰۱۶ گردیده است. علاوه بر آن در جدول سال ۲۰۲۰ تعداد ده کشور در حال توسعه به تعداد کشورها نسبت با سال ۲۰۱۶ اضافه شده است.

نتایج نشان می‌دهد که کشورهایی مانند هند، اندونزی، ترکیه و چین در سال‌های پس از ۲۰۱۶ سیاست‌هایی در راستای کاهش وابستگی به واردات و تمرکز بر تولید داخلی اتخاذ کردند که باعث کاهش همبستگی ساختار تجاری آنها با سایر کشورها شد.^۱ کشورهایی مانند ویتنام، لهستان، بنگلادش، مالزی و مکزیک، در دوره ۲۰۱۰-۲۰۲۰ به شدت در زنجیره ارزش جهانی ادغام شدند و ساختار تجاری‌شان به کشورهایی مانند چین، آمریکا و آلمان نزدیک‌تر شد.^۲ جنگ تجاری چین-آمریکا و پاندمی COVID-۱۹ باعث برهم‌خوردن زنجیره‌های تأمین جهانی و بازگشت به تأمین داخلی شد که به شکستن اجتماع‌های بزرگ و ایجاد ساختارهای جدید کمک کرد.^۳ طبق نظریه شبکه‌ها، با فشردگی بیشتر شدن ارتباطات بین کشورهایی که در قلب شبکه هستند، کشورهای پیرامونی به صورت طبیعی از شبکه فاصله می‌گیرند و در اجتماع‌های کوچک‌تر می‌افتند.^۴ بنابراین به صورت تجربی شاهد افزایش تعداد جوامع در دوره بعد کووید ۱۹ همزمان با افزایش تعداد کشورهای در حال توسعه در جدول ۲۰۲۰ هستیم.

با محاسبه فرایند اجتماع یابی احتمال ماندگاری جوامع منتخب را در ۱۶ جامعه مشخص می‌شود. این امر با قطر اصلی ماتریس U قابل احصا و دستیابی است که در جدول شماره ۲۷، آمده است. بنابراین، دستیابی به احتمال ماندگاری هر اجتماع و معناداری آن، بدین صورت قابل حصول است. هر اندازه مقدار احتمال ماندگاری بالاتر باشد؛ به معنای روابط درونی بهتر و قوی‌تر اعضا نسبت به اجتماع‌های دیگر است. به بیان دیگر، روابط بین‌بخشی در آن اجتماع عمق بیشتری دارد و همگرا است.

جدول (۲۵): ماتریس ۱۶*۱۶ زنجیره مارکوف تجمیعی ۲۰۲۰

	C ^۱	C ^۲	C ^۳	C ^۴	C ^۵	C ^۶	C ^۷	C ^۸	C ^۹	C ^{۱۰}	C ^{۱۱}	C ^{۱۲}	C ^{۱۳}	C ^{۱۴}	C ^{۱۵}	C ^{۱۶}
C ^۱	۰٫۳۵۹۷۲	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۱۵	۰٫۰۰۰۰۰۸	۰٫۰۰۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰۰۷	۰٫۰۰۰۰۰۴	۰٫۰۰۰۰۲۰	۰٫۰۰۰۱۴۴	۰٫۰۰۰۰۱۳	۰٫۰۰۰۰۲۰	۰٫۰۰۰۰۲۵	۰٫۰۰۰۰۴۵
C ^۲	۰٫۰۰۰۰۰۵	۰٫۳۸۵۹۸	۰٫۰۰۰۰۰۹	۰٫۰۰۰۰۲۲	۰٫۰۰۰۰۰۷	۰٫۰۰۰۰۰۷	۰٫۰۰۰۰۲۵	۰٫۰۰۰۰۱۰	۰٫۰۰۰۰۲۴	۰٫۰۰۰۰۰۳	۰٫۰۰۰۰۲۱	۰٫۰۰۰۰۴۱	۰٫۰۰۰۰۰۶	۰٫۰۰۰۰۸۸	۰٫۰۰۰۰۱۸	۰٫۰۰۰۰۳۴
C ^۳	۰٫۰۰۰۰۰۳	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۲۶۶۳۷	۰٫۰۰۰۰۰۶	۰٫۰۰۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۱۴	۰٫۰۰۰۰۱۰	۰٫۰۰۰۰۱۰	۰٫۰۰۰۰۱۳	۰٫۰۰۰۰۲۹
C ^۴	۰٫۰۰۰۰۰۴	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۳	۰٫۳۶۶۹۵	۰٫۰۰۰۰۰۵	۰٫۰۰۰۰۰۷	۰٫۰۰۰۰۱۳	۰٫۰۰۰۰۲۱	۰٫۰۰۰۰۰۵	۰٫۰۰۰۰۰۳	۰٫۰۰۰۰۲۸	۰٫۰۰۰۰۱۰	۰٫۰۰۰۰۴۶	۰٫۰۰۰۰۶۱	۰٫۰۰۰۰۱۱	۰٫۰۰۰۰۶۱
C ^۵	۰٫۰۰۰۰۰۵	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۷	۰٫۰۰۰۰۰۵	۰٫۳۸۶۵۰	۰٫۰۰۰۰۱۴	۰٫۰۰۰۰۲۲	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۵	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۴۳	۰٫۰۰۰۰۱۲	۰٫۰۰۰۰۱۲	۰٫۰۰۰۰۱۰	۰٫۰۰۰۰۱۶	۰٫۰۰۰۰۵۶
C ^۶	۰٫۰۰۰۰۰۷	۰٫۰۰۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰۰۶	۰٫۰۰۰۰۰۹	۰٫۰۰۰۰۰۷	۰٫۴۳۳۰۰	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۴	۰٫۰۰۰۰۳۴	۰٫۰۰۰۰۲۷	۰٫۰۰۰۰۲۷	۰٫۰۰۰۰۰۶	۰٫۰۰۰۰۷۲
C ^۷	۰٫۰۰۰۰۰۶	۰٫۰۰۰۰۰۵	۰٫۰۰۰۰۰۴	۰٫۰۰۰۰۰۳	۰٫۰۰۰۰۲۸	۰٫۰۰۰۰۲۶	۰٫۴۳۳۹۷	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۷	۰٫۰۰۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۰۶۳	۰٫۰۰۰۰۱۲	۰٫۰۰۰۰۵۱	۰٫۰۰۰۰۲۹	۰٫۰۰۰۰۲۶	۰٫۰۰۰۰۲۸
C ^۸	۰٫۰۰۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰۰۸	۰٫۰۰۰۰۰۶	۰٫۰۰۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰۰۲	۰٫۴۸۸۸۷	۰٫۰۰۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۳	۰٫۰۰۰۰۱۷	۰٫۰۰۰۰۱۳	۰٫۰۰۰۰۱۲	۰٫۰۰۰۰۱۲	۰٫۰۰۰۰۴۹
C ^۹	۰٫۰۰۰۰۰۶	۰٫۰۰۰۰۱۷	۰٫۰۰۰۰۳۹	۰٫۰۰۰۰۲۱	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۵	۰٫۰۰۰۰۰۴	۰٫۰۰۰۰۰۷	۰٫۴۸۸۸۵	۰٫۰۰۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۰۰۴	۰٫۰۰۰۰۲۵	۰٫۰۰۰۰۰۷	۰٫۰۰۰۰۰۹	۰٫۰۰۰۰۰۹	۰٫۰۰۰۰۱۵
C ^{۱۰}	۰٫۰۰۰۰۰۶	۰٫۰۰۰۰۰۸	۰٫۰۰۰۰۰۷	۰٫۰۰۰۰۰۴	۰٫۰۰۰۰۰۳	۰٫۰۰۰۰۰۰	۰٫۰۰۰۰۰۷	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۲	۰٫۴۰۷۱۵	۰٫۰۰۰۰۰۵	۰٫۰۰۰۰۰۶	۰٫۰۰۰۰۰۴	۰٫۰۰۰۰۰۸	۰٫۰۰۰۰۱۲	۰٫۰۰۰۰۱۱
C ^{۱۱}	۰٫۰۰۰۰۰۹	۰٫۰۰۰۰۰۸	۰٫۰۰۰۰۰۶	۰٫۰۰۰۰۰۴	۰٫۰۰۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۰۰۶	۰٫۰۰۰۰۰۶	۰٫۰۰۰۰۰۴	۰٫۴۶۸۷۲	۰٫۰۰۰۰۱۱	۰٫۰۰۰۰۱۷	۰٫۰۰۰۰۰۳	۰٫۰۰۰۰۰۷	۰٫۰۰۰۰۱۳	۰٫۰۰۰۰۵۴

^۱ Evenett, S. J., & Fritz, J. (۲۰۲۰). The COVID-۱۹ Pandemic and Export Restrictions. Global Trade Alert.

Bown, C. P. (۲۰۲۰). How COVID-۱۹ Medical Supply Shortages Led to Extraordinary Trade and Industrial

^۲ OECD (۲۰۲۱). Trade in Value Added (TiVA) indicators. <https://www.oecd.org/sti/ind/measuring-trade-in-value-added.htm>

World Bank (۲۰۲۰). World Development Report: Trading for Development in the Age of Global Value Chains.

^۳ WTO (۲۰۲۱). World Trade Report ۲۰۲۱: Economic Resilience and Trade.

IMF (۲۰۲۰). World Economic Outlook: A Long and Difficult Ascent.

Freund, C., & Weinhold, D. (۲۰۲۰). The Global Trade Slowdown: Cyclical or Structural? World Bank.

^۴ Kali, R., & Reyes, J. (۲۰۱۰). Financial contagion on the international trade network. Economic Inquiry.

Serrano, M. A., & Boguñá, M. (۲۰۰۳). Topology of the World Trade Web. Physical Review E.

C12	۰,۰۰۰۰۰۹	۰,۰۰۰۰۰۲	۰,۰۰۰۰۱۰	۰,۰۰۰۰۰۵	۰,۰۰۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰۰۱	۰,۰۰۰۰۰۳	۰,۰۰۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰۰۳	۰,۰۰۰۰۰۸	۰,۰۰۰۰۰۵	۰,۰۰۰۰۱۳	۰,۰۰۰۰۲۰	۰,۰۰۰۰۱۹	۰,۰۰۰۰۴۳	۰,۰۰۰۰۶۵
C13	۰,۰۰۰۰۱۴	۰,۰۰۰۰۱۰	۰,۰۰۰۰۳۱	۰,۰۰۰۰۱۸	۰,۰۰۰۰۰۴	۰,۰۰۰۰۰۳	۰,۰۰۰۰۲۶	۰,۰۰۰۰۳۱	۰,۰۰۰۰۳۵	۰,۰۰۰۰۵۰	۰,۰۰۰۰۳۰	۰,۰۰۰۰۹۰	۰,۰۰۰۰۴۸	۰,۰۰۰۰۳۵	۰,۰۰۰۰۱۰	۰,۰۰۰۰۱۹
C14	۰,۰۰۰۰۳۵	۰,۰۰۰۰۰۹	۰,۰۰۰۰۵۲	۰,۰۰۰۰۲۳	۰,۰۰۰۰۱۶	۰,۰۰۰۰۱۵	۰,۰۰۰۰۴۸	۰,۰۰۰۰۰۹	۰,۰۰۰۰۲۱	۰,۰۰۰۰۱۹	۰,۰۰۰۰۳۱	۰,۰۰۰۰۲۰	۰,۰۰۰۰۳۷	۰,۰۰۰۰۴۶	۰,۰۰۰۰۱۸	۰,۰۰۰۰۸۳
C15	۰,۰۰۰۰۲۵	۰,۰۰۰۰۱۷	۰,۰۰۰۰۲۴	۰,۰۰۰۰۱۵	۰,۰۰۰۰۱۳	۰,۰۰۰۰۱۴	۰,۰۰۰۰۲۹	۰,۰۰۰۰۲۰	۰,۰۰۰۰۲۱	۰,۰۰۰۰۱۲	۰,۰۰۰۰۳۳	۰,۰۰۰۰۹۸	۰,۰۰۰۰۱۲۳	۰,۰۰۰۰۳۲	۰,۰۰۰۰۴۶	۰,۰۰۰۰۳۵
C16	۰,۰۰۰۰۱۴	۰,۰۰۰۰۱۴	۰,۰۰۰۰۲۱۵	۰,۰۰۰۰۱۲۰	۰,۰۰۰۰۱۴۹	۰,۰۰۰۰۱۵۹	۰,۰۰۰۰۱۱۳	۰,۰۰۰۰۲۳۶	۰,۰۰۰۰۱۵۴	۰,۰۰۰۰۱۰۳	۰,۰۰۰۰۳۱۴	۰,۰۰۰۰۲۱۶	۰,۰۰۰۰۲۳۹	۰,۰۰۰۰۱۳۹۳	۰,۰۰۰۰۱۸۸۳	۰,۰۰۰۰۱۶۳۹

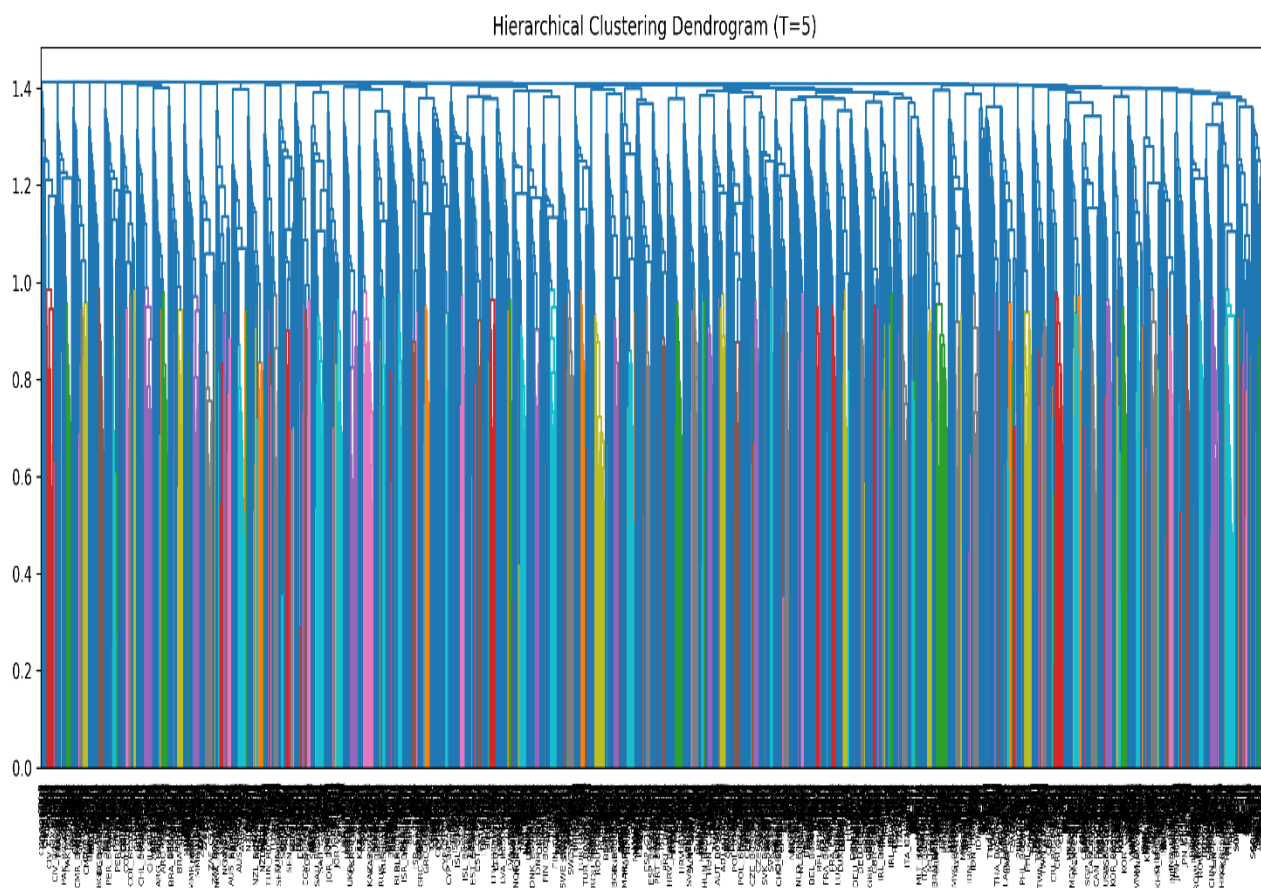
منبع: محاسبات پژوهش

جدول ۲۶، خروجی اجرای الگوریتم اجتماع‌یابی مبتنی بر زنجیره مارکوف تجمیعی است. در صورتی که طبق استاندارد مطرح شده در مطالعه پیکاردی (۲۰۱۱)، حد آستانه را برابر ۰.۴ در نظر بگیریم، اجتماع‌های ۶، ۷، ۱۵، ۱۴، ۱۱، ۱۰، ۸ و ۱۶ از حیث روابط درون خوشه‌ای، قدرتمندتر از مابقی جوامع‌اند؛ این یعنی جریان تجاری شناسایی شده مبتنی بر گره‌ها در این اجتماع‌ها هم از عمق و ارزش بیشتری برخوردار است و هم روابط مابین گره‌ها پویا و معنادار است. پارامتر دیگر ارائه شده در این جدول، ضریب همبستگی کوفینیتک است. این ضریب، معیاری برای ارزیابی میزان دقت نمایش فاصله‌های بین گره‌ها در نمودار درختی است و اساساً به مقایسه فاصله ماتریس زنجیره مارکوف و ماتریس فاصله می‌پردازد. هرچه این ضریب به یک نزدیک‌تر باشد به معنای نمایش معنادار و خوب خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی است و بالعکس. باتوجه به اینکه ضریب همه‌ی اجتماع‌ها از ۰.۷ بیشتر است، می‌توان گفت خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی صورت گرفته معتبر، معنادار و خوب است. تحلیل بیان شده در شکل‌های زیر قابل انطباق است. لازم بذکر است اجتماع‌های شبکه‌ای در این جا بر مبنای شباهت تجاری و صنعتی و نه لزوماً جغرافیایی شکل گرفته‌اند که مشاهدات زیر از نتایج اخذ شده است:

جدول (۲۶): جدول اجتماع‌یابی شبکه تجارت جهانی سال ۲۰۲۰

اجتماع‌های شناسایی شده	تعداد گره‌های حاضر در اجتماع	احتمال ماندگاری	ضریب همبستگی کوفینیتک
اجتماع ۱	۳۷	۰,۳۵۹۷۱۹۴۳۸	۰,۸۷۵۷۹۵۵۶۶
اجتماع ۲	۳۷	۰,۳۸۵۹۸۲۸۱۵	۰,۸۷۲۴۹۲۷۰۹
اجتماع ۳	۳۷	۰,۲۶۶۳۷۲۴۵۶	۰,۸۲۴۸۵۳۷۴۳
اجتماع ۴	۳۷	۰,۳۶۹۹۴۶۱۱۸	۰,۸۷۳۵۹۵۵۱۴
اجتماع ۵	۳۷	۰,۳۸۶۴۹۹۷۶۹	۰,۸۲۶۱۹۷۵۸۶
اجتماع ۶	۳۷	۰,۴۳۲۹۹۹۱۲۸	۰,۷۶۰۲۳۲۰۹۵
اجتماع ۷	۱۱۰	۰,۴۳۳۹۶۶۵۹۵	۰,۹۳۱۷۴۵۲۶۳
اجتماع ۸	۳۷	۰,۴۸۸۸۶۵۴۱	۰,۸۵۵۳۴۵۰۶۹
اجتماع ۹	۳۷	۰,۴۸۱۴۵۰۱۹۲۶	۰,۹۰۴۶۲۸۰۶۶
اجتماع ۱۰	۳۷	۰,۴۰۷۱۴۶۰۳۷	۰,۷۸۷۵۵۵۸۹۹
اجتماع ۱۱	۷۴	۰,۴۶۸۷۱۹۲۲۶	۰,۹۳۱۶۹۱۷۳۷
اجتماع ۱۲	۷۳	۰,۳۰۰۱۳۳۳۹۹	۰,۹۰۳۷۷۰۹۵۵
اجتماع ۱۳	۱۱۲	۰,۳۰۴۸۵۷۲۴۲	۰,۹۰۵۲۵۱۸۲
اجتماع ۱۴	۲۴۸	۰,۴۴۰۴۶۲۴۷۱	۰,۸۰۳۳۴۲۲۳۴
اجتماع ۱۵	۲۸۹	۰,۴۱۴۲۵۹۰۸۸	۰,۸۳۹۸۲۲۷۳۷

شکل (۱۹): نمودار دندروگرام اجتماعی سال ۲۰۲۰



منبع: محاسبات پژوهش

جدول (۲۲): دسته بندی اجتماع‌های (کشور-بخش) سال ۲۰۲۰

جامعه سال ۲۰۲۰ (Community)	تعداد کشورها	کشورهای عضو	تعداد بخش‌ها	بخش‌های اقتصادی مرتبط
C16	۵۸	اتریش، بلژیک، بلغارستان، بلاروس، برزیل، برونی، کانادا، سوئیس، چین، کاستاریکا، قبرس، چک، آلمان، دانمارک، اسپانیا، استونی، فنلاند، فرانسه، بریتانیا، یونان، هنگ کنگ، کرواسی، مجارستان، اندونزی، هند، ایرلند، ایسلند، اسرائیل، ایتالیا، ژاپن، کامبوج، کره جنوبی، لائوس، لیتوانی، لوکزامبورگ، لتونی، مراکش، مکزیک، مالت، مالزی، هلند، نروژ، فیلیپین، لهستان، پرتغال، رومانی، بقیه جهان، روسیه، عربستان سعودی، سنگال، سنگاپور، اسلواکی، اسلونی، تایلند، ترکیه، تایوان، اوکراین، آمریکا، ویتنام	۱۱	تا B09، C10، B05 تا B09 بخش‌های تا C15، C17، C18، C19، C20، C21، C22، C23، C24، C25، C26، بخش D، بخش C27، C28، بخش H50
C14	۸	بلاروس، قبرس، بریتانیا، یونان، اسرائیل، قزاقستان، روسیه، اوکراین	۳	، C25، C26، C19 تا C22 بخش‌های C27
C15	۱۱	بلاروس، دانمارک، استونی، فنلاند، هند، ایسلند، لیتوانی، لتونی، هلند، نروژ، سوئد	۱	H52 بخش
C7	۳	آرژانتین، برزیل، شیلی	۰	—

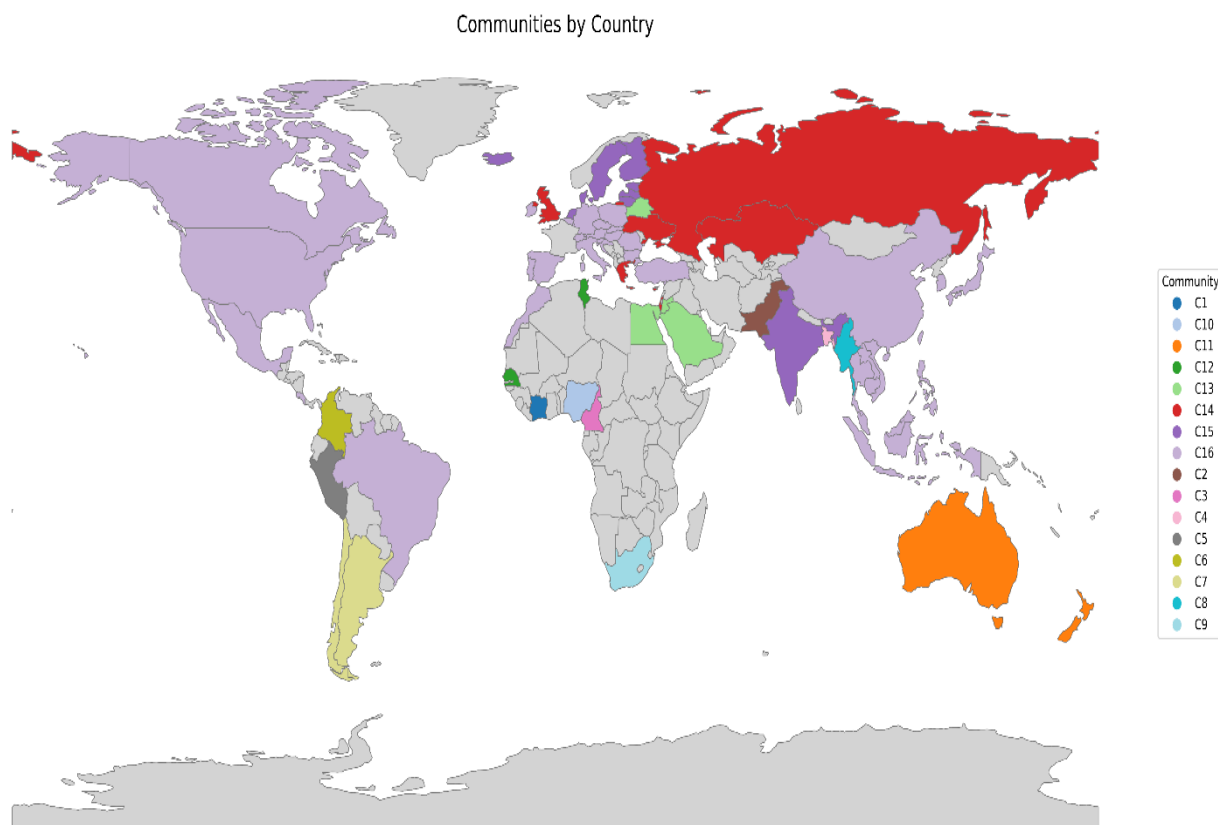
C۱۱	۲	استرالیا، نیوزیلند	۲	C۲۳، C۲۴ بخش‌های
C۴	۱	بنگلادش	۰	—
C۸	۱	میانمار	۱	C۱۲ تا C۱۰ بخش‌های
C۱۲	۲	سنگال، تونس	۱	C۲۴ بخش
C۱۳	۵	مصر، اردن، مالت، عربستان سعودی	۰	—
C۱	۱	ساحل عاج	۰	—
C۳	۱	کامرون	۰	—
C۶	۱	کلمبیا	۰	—
C۱۰	۱	نیجریه	۰	—
C۲	۱	پاکستان	۰	—
C۵	۱	پرو	۰	—
C۹	۱	آفریقای جنوبی	۰	—

منبع: محاسبات پژوهش

اجتماع ۱۶، شبکه جهانی تجاری را با بزرگ‌ترین اجتماع از نظر کشور و فعالیت اقتصادی در سال ۲۰۲۰ علیرغم شوک‌های جهانی در این مقطع شکل داده است. در این اجتماع تعداد ۵۸ کشور و تعداد ۱۱ فعالیت اقتصادی قرار دارند که در جدول ۲۹، مشخص شده است. در این اجتماع کشورها شامل کشورهای مهمی مثل: چین، آمریکا، آلمان، ژاپن، فرانسه، کانادا و دیگر کشورهای صنعتی و در حال توسعه قرار دارند. از منظر فعالیتی شامل بیشترین بخش‌های اقتصادی (استخراج، صنعتی و خدماتی) است. این اجتماع نمایانگر شبکه تجاری اقتصاد جهانی، با تمرکز بر کشورهای با مشارکت بالا در زنجیره تأمین جهانی حتی بعد از کووید ۱۹، جنگ تجاری چین و آمریکا و خروج بریتانیا از اتحادیه اروپا در استخراج، صنایع و حمل و نقل دریایی است. طبق گزارش OECD سال ۲۰۲۱، ارزش تجارت کالاهای جهانی در سال ۲۰۲۰ حدود ۸.۵ درصد کاهش یافت و تجارت خدمات حدود ۱۶.۷ درصد کاهش تجربه کرد.^۱

^۱ https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/۲۰۲۱/۰۹/the-impact-of-covid-۱۹-on-directions-and-structure-of-international-trade_e۶۷f۳۸eb/۰b۸eaafe-en.pdf

شکل (۲۰): نقشه اجتماع یابی ۷۷ کشور حاضر در دایره-ستانده بین کشوری ۲۰۲۰



منبع: محاسبات پژوهش.

یادداشت: در این شکل بدلیل عدم امکان ارایه کشورهای مشترک در اجتماع ها از تفکیک رنگ آنها صرف نظر شده و کشورهای مشترک فقط در یک اجتماع بازنمای شدند.

چین پس از موج اول کرونا توانست عملکرد صادراتی خود را سریع بازیابی کند، خصوصاً در صنایعی مانند فلزات؛ سهم صادرات آن در جهان افزایش یافت و مشارکتش در زنجیره ارزش جهانی تقویت شد.^۱ اقتصادهای پیشرفته اروپایی و آمریکای شمالی در ابتدای سال ۲۰۲۰ با افت جدی در صادرات معدن و ماشین آلات روبه‌رو شدند، اما فلزات اساسی به‌ویژه آهن و مس به دلیل تقاضای بالا برای ساخت و ساز و زیرساخت، روند بهبود سریع‌تری داشتند.^۲ بسیاری از کشورهای در حال توسعه عضو (مانند هند، اندونزی،

¹ https://unctad.org/system/files/official-document/sgsm16r2d1_en.pdf

³ <https://unctad.org/system/files/official-document/ditcinf%20d%20.pdf>

مالزی، تایلند، مراکش و آفریقای جنوبی) صادرکنندگان اولیه منابع معدنی مانند فلزات پایه و محصولات معدنی بودند و کمتر تحت تأثیر اختلالات لحظه‌ای قرار گرفتند.^۱ بحران COVID-۱۹ باعث کاهش سریع در بخش‌های صنایع نهایی شد، اما بخش فلزات پایه به دلیل نقش کلیدی در تأمین نهاده‌های صنعتی، تاب آوری نسبی بالایی از خود نشان داد. کشورهایمانند چین و هند با تسلط بر فلزات پایه، پس از موج اول کرونا سریع‌تر بازیابی شدند و صادراتشان رشد داشته است. در کشورهای صادرکننده منابع معدنی، افت صادرات نسبتاً محدود بود، زیرا تقاضای جهانی برای ساخت و ساز و بازسازی زیرساخت پس از کرونا همچنان پابرجا بود. بنابراین، وجود بخش تأمین برق، گاز، بخار و تهویه مطبوع در اجتماع C۱۶ در سال ۲۰۲۰ منطقی است: این بخش به عنوان ستون اصلی در زنجیره‌های ارزش جهانی عمل کرده و نسبتاً کمتر آسیب دیده یا زودتر بهبود یافته است، به‌ویژه در جوامع بین‌المللی گسترده‌ای که نقش تولیدکنندگان منابع را دارند.

در این اجتماع چین با برخورداری از تنوع بالا در مشارکت صنعتی، به‌ویژه در بخش‌های (صنایع ماشین‌آلات، الکترونیک، مواد شیمیایی و انرژی)، به عنوان یکی از هسته‌های اصلی اجتماع C۱۶ شناخته می‌شود. پس از شوک‌های جهانی مانند جنگ تجاری با آمریکا (۲۰۱۸)، خروج بریتانیا از اتحادیه اروپا (۲۰۱۶) و بحران کووید-۱۹ (۲۰۲۰)، چین نه تنها جایگاه خود را از دست نداد بلکه با استراتژی‌های دولت محور نظیر "ساخت چین ۲۰۲۵" و "استراتژی گردش دوگانه" در جهت تقویت تولید داخلی و کاهش وابستگی به غرب، موقعیتش را تثبیت کرد. ایالات متحده و بریتانیا، علی‌رغم سابقه‌ی صنعتی قدرتمند، در دهه‌های اخیر نقش خود را در بخش‌های پایین‌دستی زنجیره ارزش تقویت کرده‌اند. این کشورها بیشتر در زمینه طراحی، کنترل فناوری، مدیریت برند و صادرات خدمات فعال‌اند و در تولید مستقیم سهم کمتری دارند. به‌ویژه، بریتانیا پس از برگزیت با کاهش مشارکت صنعتی در اروپا، پیوندهای خود را با برخی شبکه‌های صنعتی قطع کرد اما در اجتماع C۱۶ باقی ماند، که به طور عمده به دلیل پیوندهای قوی با آمریکا، کانادا و استرالیا است. اقتصادهای صنعتی مانند آلمان، ژاپن، کره جنوبی، فرانسه، ایتالیا و هلند با تخصص در تولیدات پیشرفته (مانند خودرو، تجهیزات پزشکی، شیمیایی، باتیک و صنایع دقیق) هسته‌ی صنعتی تری از C۱۶ را تشکیل می‌دهند. برخلاف آمریکا و بریتانیا، این کشورها به تولید صنعتی داخلی وفادار مانده‌اند و نقش مهمی در پایداری تکنولوژیک و صادرات این اجتماع داشتند. شواهد نشان می‌دهد که ترکیب اصلی اجتماع C۱۶ از سال ۲۰۱۶ تاکنون با وجود وقوع چندین شوک ژئوپلیتیکی و اقتصادی – از جمله جنگ تجاری چین-آمریکا، برگزیت و پاندمی کووید-۱۹ – تقریباً ثابت مانده است. اجتماع C۱۶ را می‌توان نماد یکپارچگی صنعتی جهانی دانست که علی‌رغم تغییرات ژئوپلیتیکی، از طریق ارتباطات عمیق تولیدی و تکنولوژیک میان کشورهای توسعه‌یافته (G۷ و OECD) و قدرت‌های نوظهور مانند چین حفظ شده است (جدول ۲۸).

^۱ https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/۲۰۲۱/۰۹/the-impact-of-covid-۱۹-on-directions-and-structure-of-international-trade_e۶۷۴۳۸eb/۰b۸eaafe-en.pdf

جدول (۲۸): فعالیت‌های اقتصادی اجتماع ۱۶ در سال ۲۰۲۰

کد	توضیح	حوزه
B۰۵۰۶۰۷۰۸۰۹	استخراج زغال‌سنگ، نفت خام، گاز طبیعی و سایر معادن	استخراج
C۱۰T۱۲	صنایع غذایی، نوشیدنی‌ها و دخانیات	صنایع تبدیلی
C۱۳T۱۵	تولید منسوجات، پوشاک و چرم	نساجی و پوشاک
C۱۷T۱۸	تولید کاغذ و محصولات کاغذی، چاپ	صنایع کاغذ
C۱۹۲۰۲۱۲۲	پالایش نفت، مواد شیمیایی و دارویی	صنایع شیمیایی
C۲۳	تولید محصولات غیر فلزی (مثل سیمان، شیشه)	مصالح ساختمانی
C۲۴	تولید فلزات اساسی	صنایع فلزی
C۲۷	تولید تجهیزات الکتریکی	الکترونیک و برق
C۳۰	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل	خودرو، کشتی، هواپیما
D	تأمین برق، گاز، بخار و تهویه مطبوع	انرژی
H۵۰	حمل و نقل آبی (دریایی و رودخانه‌ای)	حمل و نقل

اجتماع ۷ را می‌توان شامل اجتماع‌های منطقه‌ای با دامنه محدود شامل آرژانتین، برزیل و شیلی تلقی کرد که نمایانگر اقتصاد منطقه آمریکای جنوبی است که در سال ۲۰۱۶ نیز نمود داشت. اما در سال ۲۰۲۰، در این اجتماع فعالیت اقتصادی دیده نمی‌شود که توضیح آن مطابق پیکاردی و همکاران (۲۰۱۸) بدین شرح است که این اجتماع شامل کشورهایی است که از نظر جریان کلی تعاملات در یک اجتماع کشور قرار گیرند، اما به دلیل ناهمگونی ساختار بین‌بخشی، هیچ‌یک از گره‌های کشور-بخش آن‌ها در اجتماع های سال ۲۰۲۰ شناسایی نشدند.^۱ لذا پیامدهای پاندمی و سایر تحولات نشان می‌دهد که در این اجتماع تحول شگرفی علیرغم قرار گرفتن در یک خوشه اتفاق افتاده است. در سال ۲۰۲۰، همانند سال ۲۰۱۶، اجتماع ۱۱ شامل تنها دو کشور استرالیا و نیوزلند بود که به طور مشترک و مشخص، تنها در دو بخش اقتصادی در ساختار زنجیره ارزش جهانی مشارکت داشتند: تأمین برق، گاز، بخار و تهویه مطبوع، و جمع‌آوری، تصفیه و تأمین آب، دفع پسماند، فاضلاب و بازیافت مواد. این ساختار محدود مشارکت بخشی، به‌وضوح بیانگر ویژگی‌های خاص ساختاری و عملکردی این دو کشور در اقتصاد جهانی است. داده‌های TiVA سازمان^۲ OECD و گزارش‌های UNCTAD^۳ نشان می‌دهند که اقتصادهای استرالیا و نیوزلند دارای ساختار درون‌زا در حوزه تولید

^۱ پیامدهای ناشی از کرونا و بر اساس روش پیکاردی و همکاران (۲۰۱۸)، اگر "کشور A" با "کشورهای B" و "C" کلی تجارت دارد (پس خودش با آنها در یک اجتماع قرار می‌گیرد)، اما این تجارت از طریق بخش‌هایی مثل "نفت" و "گاز" انجام می‌شود، در حالی که بخش‌های اصلی کشورهای B و C مثلاً "الکترونیک" و "خدمات" هستند. در این حالت، "کشور A" از نظر کلی به آن اجتماع تعلق دارد، ولی هیچ‌کدام از بخش‌هایش (مثل نفت یا کشاورزی) در همون اجتماع قرار نمی‌گیرند چون هم‌راستا با بخش‌های B و C نیستند.

^۲ OECD (۲۰۲۱). Trade in Value Added (TiVA) database ۲۰۲۱.

^۳ UNCTAD (۲۰۲۰). World Investment Report: International Production Beyond the Pandemic.

انرژی، منابع طبیعی و زیرساخت‌های زیست‌محیطی هستند و مشارکت آن‌ها در زنجیره‌های ارزش بین‌المللی بیشتر در قالب صادرات خدمات زیربنایی، منابع خام و انرژی است تا صنایع پردازش شده یا مونتاژ پیچیده. بنابراین، این دو کشور الگوهای تجارت و همکاری بین‌المللی مشابهی دارند که تنها در بخش‌های زیرساختی نمود می‌یابد. در نتیجه، الگوریتم‌های اجتماع‌یابی مبتنی بر تشابه پیوندهای بخشی کشورها، آن‌ها را در یک اجتماع مجزا شناسایی می‌کند که ویژگی آن، پیوستگی بالا در داخل اجتماع و گسست از سایر کشورهاست. علاوه بر این، بر خلاف کشورهای صنعتی در اروپا، آمریکای شمالی یا شرق آسیا که پس از شوک‌هایی مانند برگزیت، جنگ تجاری چین-آمریکا و پاندمی کرونا تغییرات ساختاری یا بازتنظیم در مشارکت جهانی را تجربه کردند، ساختار اقتصادی و جریان تجاری استرالیا و نیوزلند در بخش‌های مذکور پایدار باقی مانده است. این ثبات عملکرد، دلیل تداوم اجتماع ۱۱ در هر دو سال ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰ را توضیح می‌دهد. همچنین، تحلیل ماتریس OECD-ICIO نیز نشان می‌دهد که روابط اقتصادی استرالیا و نیوزلند در این دو بخش عمدتاً ناحیه‌ای بوده و به شدت به هم وابسته‌اند و تعاملات آن‌ها با دیگر کشورها در این حوزه‌ها، در مقایسه با کشورهای صنعتی، بسیار محدودتر است. به این ترتیب، منطق شکل‌گیری و تداوم بودن کشورها در اجتماع ۱۱ از نظر آماری، ساختاری و نظری پایدار بوده است و نقش این دو کشور در زنجیره جهانی ارزش را در چارچوب خدمات عمومی زیربنایی بازتاب می‌دهد. در اجتماع ۱۴، هشت کشور حضور دارند که عبارتند از بلاروس، قبرس، بریتانیا، یونان، اسرائیل، قزاقستان، روسیه، اوکراین. این اجتماع بر سه بخش اقتصادی متمرکز است که شامل، محصولات شیمیایی، پلاستیکی و دارویی، محصولات فلزی ساخته‌شده و تجهیزات برقی است. این ترکیب نشان‌دهنده آن است که این کشورها در فرآیند صنعتی جهانی عمدتاً در سطح میانی تا نهایی زنجیره تولید فعال هستند. بر اساس مدل پیکاردی، این نوع اجتماعات: معمولاً با صادرات کالاهای واسطه‌ای یا نهایی صنعتی مشخص می‌شوند. در بسیاری موارد، شبکه‌های تولید منطقه‌ای یا بین‌قاره‌ای را تغذیه می‌کنند (مانند زنجیره‌های اروپا و اوراسیا). روسیه در این اجتماع، برخلاف تصور سنتی که آن را صرفاً صادرکننده منابع اولیه می‌داند، در کنار کشورهایمانند بریتانیا، اسرائیل و بلاروس، بخشی از زنجیره تولید محصولات با فناوری متوسط قرار دارد. قبرس با اقتصاد کوچک و نقش خدماتی، اسرائیل با تمرکز بر فناوری پیشرفته، و قزاقستان با صادرات منابع، ظاهراً در یک اجتماع قرار گرفته‌اند. اما از دیدگاه پیکاردی، این شباهت در ساختار صادرات بخشی به‌ویژه در کالاهای خاص مانند شیمیایی‌ها یا تجهیزات صنعتی (مانند تجهیزات برقی و فلزات ساخته‌شده) است که باعث هم‌گروه‌شدن آن‌ها شده، نه الزماً شباهت در سطح توسعه. بنابراین، اجتماع C۱۴ نماینده‌ی هم‌پوشانی ساختاری در زنجیره‌های بخشی خاص است، نه همسانی کلی اقتصادها. بر اساس روش شناسی پیکاردی و همکاران، اجتماع C۱۴ نمونه‌ای از یک اجتماع بخشی-کشوری در میانه زنجیره‌های صنعتی جهانی است که کشورهای با ویژگی‌های متفاوت اما الگوهای تجاری مشابه را گرد هم آورده. این نشان می‌دهد که در تحلیل ساختار شبکه تجارت جهانی، رفتارهای بخشی و الگوی تعاملات بین‌المللی در تعیین گروه‌بندی اقتصادی مهم‌تر از جغرافیا یا سطح توسعه هستند.

اجتماع C۱۵ شامل کشورهایی از مناطق جغرافیایی متنوع مانند شمال اروپا، اوراسیا و آسیاست که همگی در یک بخش اقتصادی مشترک یعنی حمل و نقل و انبارداری خوشه‌بندی شده‌اند. کشورها شامل بلاروس، دانمارک، استونی، فنلاند، هند، ایسلند، لیتوانی، لتونی، هلند، نروژ و سوئد است. کشورها شامل کشورهای شمال اروپا و اسکاندیناوی: نروژ، سوئد، فنلاند، ایسلند، دانمارک. اروپای شرقی-بالتیک: استونی، لتونی، لیتوانی. اروپای غربی: هلند. آسیا: هند و اروپای شرقی: بلاروس است. با وجود تفاوت‌های سیاسی، اقتصادی و فرهنگی، این کشورها در الگوی ارتباطی خود در زنجیره تأمین جهانی شباهت‌های ساختاری معناداری دارند. هلند با بندر رتردام به عنوان مرکز توزیع اروپایی، کشورهای اسکاندیناوی با زیرساخت‌های قوی دریایی و لجستیکی، و کشورهای بالتیک به عنوان مسیرهای ترانزیتی، همگی در این اجتماع نقشی مکمل دارند. حضور هند در این اجتماع نشان‌دهنده وزن بالای خدمات لجستیکی و توزیعی در اقتصاد آن است که در کنار جمعیت و حجم تجارت خارجی، باعث شباهت الگوهای رفتاری‌اش با کشورهای اروپایی شده است. بلاروس نیز به عنوان یکی از مسیرهای اصلی اتصال چین به اروپا در پروژه‌های حمل و نقل اوراسیایی نقشی کلیدی دارد. این اجتماع نشان می‌دهد که کشورهایی با نقش زیرساختی در پشتیبانی تجارت جهانی، حتی با تفاوت‌های آشکار جغرافیایی، می‌توانند در قالب یک گروه اقتصادی-اجتماعی واحد رفتار کنند.

اجتماع C۱۳ در تحلیل ساختار شبکه زنجیره ارزش جهانی در سال ۲۰۲۰، شامل کشورهایی مانند مصر، اردن، مالت و عربستان سعودی است که با وجود عضویت در یک اجتماع، فاقد بخش‌های اقتصادی مشخص در چارچوب داده‌های مورد بررسی هستند. این گروه همچنین شامل کشورهایی است که از نظر جغرافیایی در منطقه خاورمیانه و دریای مدیترانه قرار دارند و ممکن است روابط منطقه‌ای یا وابستگی‌های ژئوپلیتیکی خاصی میان آن‌ها نقش داشته باشد. مصر و اردن از بازیگران کلیدی در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا محسوب می‌شوند. مصر به دلیل موقعیت استراتژیک خود در کنار کانال سوئز و جمعیت بالایش، نقش مهمی در سیاست و اقتصاد منطقه دارد. اردن نیز با وجود منابع محدود، به واسطه ثبات نسبی سیاسی و نقش میانجی‌گرانه در مناقشات منطقه‌ای شناخته می‌شود. عربستان سعودی، به عنوان بزرگ‌ترین صادرکننده نفت خام جهان، نقشی تعیین‌کننده در بازار جهانی انرژی دارد و در سال‌های اخیر با برنامه‌هایی چون "چشم‌انداز ۲۰۳۰" تلاش کرده است تا اقتصاد خود را از اتکای صرف به نفت خارج کند و به سمت فناوری، گردشگری و سرمایه‌گذاری متنوع حرکت نماید. مالت، یک کشور جزیره‌ای کوچک در مدیترانه، عضوی از اتحادیه اروپا و منطقه یورو است و به عنوان یک مرکز خدمات مالی، لجستیکی و گردشگری به‌ویژه در تعاملات میان اروپا، آفریقا و خاورمیانه نقش قابل توجهی دارد.

نبود بخش‌های تعیین‌شده برای این اجتماع در نتایج به‌دست آمده، می‌تواند نشان‌دهنده ویژگی خاص این کشورها در ساختار زنجیره جهانی ارزش باشد؛ به گونه‌ای که مشارکت آن‌ها در شبکه جهانی ارزش، نه در قالب گره‌های قدرتمند در یک یا چند بخش اقتصادی، بلکه به صورت پراکنده، غیرمتمرکز و ضعیف در چندین بخش با شدت پایین رخ می‌دهد.

این ویژگی می‌تواند ناشی از چند عامل ساختاری و اقتصادی باشد. اولاً، بسیاری از کشورهای این اجتماع دارای اقتصادهایی هستند که هنوز در حال گذار از وابستگی به منابع اولیه (نظیر نفت یا کشاورزی سنتی) به سمت تنوع‌بخشی صنعتی و خدماتی‌اند و در نتیجه، الگوی مشارکت آن‌ها در زنجیره ارزش جهانی، هنوز به شکل قوی در یک بخش خاص تثبیت نشده است. به‌ویژه در مورد عربستان سعودی، با وجود نقش کلیدی در صادرات انرژی، بسیاری از فعالیت‌های زنجیره ارزش آن به صورت مستقیم وارد جریان‌های زنجیره ارزش جهانی نمی‌شود، زیرا فروش نفت خام معمولاً در خارج از قالب شبکه‌های تولید پیچیده انجام می‌شود. ثانیاً، در مورد کشورهایی مانند اردن و مصر، میزان ادغام در زنجیره‌های جهانی نسبتاً پایین است و بیشتر بر صادرات کالاهای نهایی یا خدمات گردشگری متمرکز هستند.

علاوه بر این، ماهیت منطقه‌ای و گاه ناپایدار برخی از روابط اقتصادی این کشورها موجب می‌شود که الگوریتم‌های اجتماع‌یابی، این کشورها را در یک اجتماع با پیوندهای نسبتاً ضعیف یا غیرشفاف قرار دهند، چرا که این کشورها فاقد جریان‌های مترکم و متقابل در یک یا چند بخش خاص با سایر کشورها هستند.

از منظر نظری نیز، این وضعیت با مفهوم "Peripheral Nodes" یا "نقاط حاشیه‌ای شبکه" تطبیق دارد که در نظریه شبکه‌های پیچیده، به کشورهایی اطلاق می‌شود که با وجود حضور در شبکه، نقش مرکزی یا تعیین‌کننده‌ای در مسیرهای اصلی جریان ارزش ندارند.^۱ در نتیجه، اجتماع C۱۳ را می‌توان به عنوان یک اجتماع کم‌تمرکز و با ادغام محدود در زنجیره‌های ارزش جهانی شناخت که ترکیب آن، بازتاب‌دهنده سطح پایین اتصال ساختاری، نبود تخصص صنعتی مشخص، و وابستگی بیشتر به تجارت کالای اولیه یا خدمات رایج است.

اجتماع C۱۲، شامل دو کشور سنگال و تونس است که تنها با یک بخش اقتصادی مشترک یعنی بخش تولید فلزات پایه به یکدیگر متصل شده‌اند. این نوع پیوند می‌تواند نشانه‌ای از تمرکز یا وابستگی این کشورها به صنعت فلزات پایه در تعاملات تجاری‌شان در شبکه جهانی داده-ستانده باشد. براساس گزارش‌های بین‌المللی، سنگال یکی از بازیگران برجسته در استخراج مواد معدنی از جمله آهن، زیکون، تیتانیوم، کروم و کبالت است. پروژه Falémé به‌تنهایی سالانه بین ۱۵ تا ۲۵ میلیون تن سنگ آهن تولید می‌کند و ذخایر آهن آن بیش از ۷۵۰ میلیون تن گزارش شده است.^۱ علاوه بر این، تولید پتاسیم و زیکون مستقیماً منجر به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های بندری و ریلی شده است.^۲ تونس نیز در صنعت فلزات فعال است. این کشور علاوه بر تولید و صادرات فسفات، در استخراج آهن نیز فعال است. شرکت Djebel-Djérissa استخراج معدن آهن کلیتی بالغ بر ۲۰۰ هزار تن در سال داشته و مجتمع‌های فولادسازی محلی مانند Tunisian Steel Company در صنایع متالورژیکی نقش دارند.

^۱ Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (۲۰۰۶). A Graph-theoretic perspective on centrality. Social Networks, ۲۸(۴), ۴۶۶–

تونس و سنگال از نظر جغرافیایی در قاره آفریقا قرار دارند، اما یکی در شمال و دیگری در غرب قاره واقع شده است. پیوند این دو کشور در یک اجتماع تجاری حول یک بخش خاص، می‌تواند بیانگر وجود یک زنجیره تأمین یا الگوی مشابه در واردات یا صادرات فلزات پایه باشد. این نوع همبستگی می‌تواند حاصل مشارکت آن‌ها در بازارهای منطقه‌ای، وابستگی به واردات تکنولوژی یا ماشین‌آلات مشابه برای این صنعت، یا تأمین منابع اولیه از کانال‌های مشابه باشد.

اجتماع C^۸، تنها شامل کشور میانمار و یک بخش اقتصادی است، یعنی بخش مربوط به صنایع غذایی، نوشیدنی‌ها و دخانیات است. این ساختار نشان می‌دهد که در داده‌های جدول داده-ستانده بین کشوری، الگوی تجارت یا تعامل اقتصادی میانمار در حوزه صنایع غذایی به اندازه‌ای متفاوت یا متمایز از سایر کشورهاست که منجر به شکل‌گیری یک اجتماع مستقل در روش اجتماعی شده است. به عبارت دیگر، ساختار داده-ستانده میانمار در این بخش آن‌قدر منحصربه‌فرد است که هیچ کشور دیگری با آن خوشه‌بندی نشده است. این وضعیت می‌تواند ناشی از چند عامل باشد: وابستگی بالا به صادرات یا واردات خاص در حوزه غذا و نوشیدنی‌ها و ساختار درون‌زای تولید مواد غذایی که با سایر کشورها همپوشانی ندارد.

از منظر تحلیل شبکه‌ای، این جامعه تک‌عضوی نشان‌دهنده موقعیت حاشیه‌ای یا خاص میانمار در شبکه جهانی صنایع غذایی است. برای سیاست‌گذاران اقتصادی، چنین نتایجی می‌تواند نشان دهد که میانمار به‌عنوان یک شریک تجاری در این بخش، نیازمند بررسی‌های مستقل و خاص خود است و نمی‌توان آن را در قالب تعاملات رایج سایر کشورها تحلیل کرد. سال مالی ۲۰۱۹-۲۰۲۰، صادرات محصولات کشاورزی میانمار به نزدیک به ۱ میلیارد دلار رسید. بخش کشاورزی بیش از ۳۷ درصد از تولید ناخالص داخلی این کشور را تشکیل می‌دهد و حدود ۷۰ درصد نیروی کار را درگیر کرده است. صنعت فرآوری غذا هنوز در مراحل اولیه توسعه قرار دارد، ولی میانگین رشد سالانه ۱۳ درصد را در دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۸ تجربه کرده است و بیش از ۸۰ درصد ارزش افزوده صنعتی حاصل از آن مربوط به آسیاب‌کاری برنج است. عمده صادرات بخش فرآوری شده شامل: آرد ماهی (Fish flour) با سهم تقریبی ۴۸ درصد، میگو و خرچنگ فرآوری شده (۱۰ درصد)، مغز دانه‌هایی مانند کنجد (۲۱ درصد)، عسل طبیعی، سس‌ها و مواد طعم‌دهنده است. کشورهای مقصد عمده صادرات این محصولات، شامل چین، تایلند، کره جنوبی، اندونزی، مالزی و فیلیپین می‌شوند. وجود داده‌های صادراتی دقیق، رشد صنعتی در حوزه پردازش مواد غذایی، و تعداد قابل توجه شرکت‌های SME در این بخش، همگی نشان‌دهنده اهمیت واقعی بخش غذایی میانمار است. این شواهد، تحلیل اجتماعی‌یابی که کشور را تنها و مرتبط با بخش صنایع غذایی در نظر گرفته تأیید می‌کند.

^۱ African Development Bank. (۲۰۲۲). Country profile: Senegal. Retrieved from

<https://www.afdb.org/en/countries/senegal>

^۲ International Trade Centre. (۲۰۲۳). Trade analysis for metals and minerals in Africa. Retrieved from

<https://www.intracen.org>

اجتماعات تک کشوری بعد از کووید ۱۹ در دنیا نسبت به سال ۲۰۱۶ در سال ۲۰۲۰ زیاد شده است که شامل بنگلادش در اجتماع ۴، ساحل عاج در اجتماع ۱، کامرون در اجتماع ۳، کلمبیا در اجتماع ۶، میانمار در اجتماع ۸، نیجریه در اجتماع ۱۰، پاکستان در اجتماع ۲، پرو در اجتماع ۵ و آفریقای جنوبی در اجتماع ۹ است. در مدل پیکاردی، کشورهای با الگوی گذار مشابه در یک اجتماع قرار می‌گیرند که به دلایلی هم چون؛ ماتریس انتقال مارکوفی منحصربه‌فرد و غیرمشابه با سایر کشورها، وابستگی داخلی بالا یا خودهمبستگی قوی در تجارت بین‌الملل، ساختار صادرات-واردات تک‌قطبی و غیرمتنوع و در نهایت پراکندگی بالا در شرکای تجاری نسبت به سایر کشورها، در یک اجتماع مستقل قرار می‌گیرند. در این داده‌ها هر یک از کشورها به صورت جداگانه در اجتماعات اختصاصی خود قرار گرفته‌اند و هیچ بخش اقتصادی خاصی برای آن‌ها شناسایی نشده است. این امر نشان می‌دهد که این کشورها در سال مورد بررسی، از نظر ساختار داده-ستانده بین کشوری، فاقد تنوع یا تمرکز برجسته در بخش‌های اقتصادی خاصی بوده‌اند که بتواند آن‌ها را با دیگر کشورها در یک اجتماع مشترک طبقه‌بندی کند. به عبارت دیگر، این کشورها به دلیل ویژگی‌های اقتصادی متفاوت یا ساختار تجاری مستقل، در شبکه تجارت جهانی جایگاهی جداگانه دارند که منجر به تفکیک آن‌ها به اجتماعات منفرد شده است. این وضعیت می‌تواند ناشی از بازارهای نسبتاً بسته، محدودیت در تنوع تولید یا صادرات، یا ضعف در ادغام در زنجیره‌های ارزش جهانی باشد. به خصوص برای کشورهایی مثل پاکستان، نیجریه و آفریقای جنوبی که به رغم منابع و جمعیت قابل توجه، بخش‌های اقتصادی آن‌ها در داده‌های بین‌المللی در قالب بخش‌های خاص تعریف نشده است. این موضوع می‌تواند به عنوان فرصت یا چالش برای توسعه اقتصادی آن‌ها تلقی شود؛ زیرا فقدان تنوع بخش‌ها در تجارت جهانی می‌تواند محدودیت‌هایی برای توسعه پایدار و جذب سرمایه‌گذاری خارجی ایجاد کند.

در مورد بنگلادش، با توجه به همه‌گیری جهانی کووید-۱۹، قرارگیری بنگلادش در اجتماع ۴ به صورت تک‌کشور و بدون فعالیت‌های اقتصادی مشخص در بخش‌های متنوع، بازتاب‌دهنده واقعیت‌های اقتصادی و تجاری متأثر از شرایط خاص این دوره است. ابتدا باید توجه داشت که همه‌گیری کرونا باعث ایجاد اختلالات گسترده در زنجیره‌های تامین جهانی و بازارهای صادراتی شد. کشورهایی مانند بنگلادش که به شدت به بخش‌های خاصی مانند نساجی و پوشاک وابسته‌اند، تحت تأثیر کاهش تقاضا، اختلال در تولید، و محدودیت‌های لجستیکی قرار گرفتند. این موضوع منجر به کاهش مشارکت بنگلادش در سایر بخش‌های اقتصادی و عدم توانایی در حضور گسترده‌تر در شبکه‌های چندکشوری شده است. همچنین عدم تنوع اقتصادی و ضعف در توسعه بخش‌های فرعی‌تر، به خصوص در شرایط بحران، باعث شده است بنگلادش به صورت منفرد و فاقد فعالیت گسترده در اجتماع‌یابی‌های چندکشوری نمایان شود. تحقیقات متعدد نشان می‌دهند که صنعت نساجی بنگلادش در دوران کرونا با مشکلات عمده‌ای از جمله تعطیلی کارخانه‌ها، کاهش صادرات به بازارهای اصلی مانند اتحادیه اروپا و آمریکا، و مشکلات لجستیکی روبرو بوده است. این عوامل باعث کاهش تعاملات اقتصادی بنگلادش در سایر بخش‌ها و ضعف در شبکه‌های اقتصادی چندکشوری شده‌اند. بنابراین، وضعیت بنگلادش در اجتماع ۴ نه تنها بازتاب‌دهنده ساختار اقتصادی تک‌بعدی کشور است بلکه نشان‌دهنده

تأثیرات بحران جهانی کووید-۱۹ بر کاهش تنوع و گستردگی فعالیت‌های اقتصادی و تجاری بنگلادش در سطح بین‌المللی نیز می‌باشد.

کاربرد اجتماع یابی سال ۲۰۲۰ در نمایش جریان‌های تجاری و اتحادیه‌های اقتصادی این طبقه‌بندی از اجتماعات اقتصادی، بازتاب‌دهنده پیوندهای ساختاری میان کشورها بر اساس مشارکت آن‌ها در زنجیره ارزش جهانی و اشتراکات بخشی میان آن‌هاست. مشاهده می‌شود که بزرگ‌ترین اجتماع یعنی C۱۶ متشکل از ۵۸ کشور عمدتاً توسعه‌یافته است که شامل اعضای اصلی OECD، اتحادیه اروپا، کشورهای صنعتی شرق آسیا، و برخی کشورهای بزرگ در حال توسعه مانند چین و هند می‌شود. این اجتماع دارای بیشترین تنوع بخشی است و در آن تقریباً تمامی بخش‌های صنعتی و خدماتی حضور دارند؛ از صنایع معدنی و شیمیایی گرفته تا بخش انرژی، تولید کالاهای واسطه‌ای و حمل‌ونقل. این ترکیب، حاکی از همگرایی تولیدی و فنی بالا و سطح عمیق ادغام در زنجیره ارزش جهانی در این کشورهاست.

در مقابل، اجتماعاتی مانند C۱۴، C۱۳، و C۱۵ نمایانگر گروه‌هایی با موقعیت میانه یا تخصصی هستند C۱۴. شامل کشورهایی مانند روسیه، اوکراین، بریتانیا و یونان است که یا در حال گذار به اقتصاد بازار هستند یا در موقعیت ژئوپلیتیکی خاصی بین شرق و غرب قرار دارند. این گروه دارای مشارکت بخشی محدودتر است و تمرکز بیشتری بر بخش‌های خاصی مانند استخراج، فلزات و انرژی دارد C۱۵. شامل کشورهای شمال اروپا و بالتیک است که با وجود اندازه کوچک، ساختار لجستیکی و حمل‌ونقل پیشرفته‌ای دارند و این در ترکیب بخشی آن‌ها مشهود است. از سوی دیگر، C۱۳ شامل کشورهای عربی و آفریقای شمالی مانند عربستان، مصر، اردن و مراکش است که حضور آن‌ها در شبکه ارزش جهانی عمدتاً از طریق بخش‌هایی مانند انرژی و کالاهای اولیه است و ادغام ساختاری عمیقی با زنجیره جهانی ندارند.

در سطح پایین‌تر، اجتماعاتی مانند C۷، C۸، C۳، C۲ و C۴ عمدتاً متشکل از کشورهای کمتر توسعه‌یافته در آفریقا، آمریکای لاتین یا آسیای جنوبی هستند که در زنجیره ارزش جهانی جایگاه حاشیه‌ای دارند و مشارکت بخشی آن‌ها یا بسیار محدود است یا صرفاً در یک یا دو بخش متمرکز شده‌اند. در این اجتماعات، پیوند بین کشوری عمدتاً ناشی از ساختار صادراتی ساده و وابستگی به منابع طبیعی است.

نکات کلیدی تحلیلی مبتنی بر این چارچوب بندی را می‌توان به شرح زیر بازگو کرد:

- رابطه مستقیم تنوع بخشی و ادغام در زنجیره ارزش جهانی: کشورهای عضو C۱۶ که بیشترین تنوع بخشی را دارند، در سطح بالایی از هم‌پیوندی در زنجیره جهانی قرار دارند. مطالعاتی مانند Timmer et al. (۲۰۱۴) و Baldwin (۲۰۱۶) نشان می‌دهند که تنوع افقی و عمودی در بخش‌های اقتصادی پیش‌نیاز مشارکت مؤثر در زنجیره ارزش جهانی است.
- اهمیت زیرساخت‌های لجستیکی در تشکیل اجتماعات تخصصی: در اجتماع C۱۵، کشورهای شمال اروپا و بالتیک با تأکید بر بخش حمل‌ونقل، نشان می‌دهند که زیرساخت‌های حمل‌ونقل پیشرفته می‌توانند محور اصلی هم‌پیوندی اقتصادی

منطقه‌ای باشند. (Rodrigue et al., ۲۰۱۷)

- نقش نهادهای منطقه‌ای و سیاسی در شکل‌گیری اجتماعات میانی: اجتماع C۱۴ ترکیبی از کشورهای است که به‌رغم تفاوت‌های سیاسی، ساختار اقتصادی مشابهی در حوزه انرژی و صنایع واسطه‌ای دارند. این شباهت‌ها مطابق با تحلیل‌های منطقه‌ای موجود در GVC Atlas بانک جهانی (۲۰۲۳) است.
- حضور پررنگ اقتصادهای با منابع طبیعی در اجتماعات حاشیه‌ای: کشورهایمانند نیجریه، الجزایر و سودان که در اجتماعاتی با مشارکت بخشی بسیار پایین قرار دارند، عمدتاً به صادرات مواد خام متکی هستند. این با ادبیات مربوط به "تله منابع" (resource curse) هم‌خوانی دارد. (Sachs & Warner, ۲۰۰۱)

جدول (۲۹): دسته‌بندی اجتماع‌های سال ۲۰۲۰ در سازمان‌های اقتصادی

GY۰	A U	LAF TA	NAF TA	ASEAN	شاکهای (SCO)	BRI CS	+OECD	EU	OECD	تعداد کشور ها	اجتم اع
.	.	.	.	✓	.	.	.	.	.	۱	C۱ (M MR)
✓ ✓	.	✓	✓	.	.	✓ ✓	.	.	.	۳	C۲
✓	✓	.	.	.	.	✓	.	.	.	۱	C۳ (ZAF)
.	.	.	.	.	✓	.	.	.	.	۱	C۴ (IRN)
✓	.	.	.	.	.	.	✓ ✓	.	✓ ✓	۲	C۵
✓ ✓ ✓ ✓	.	.	.	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓	✓	بالا	.	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓	۱۷	C۶
✓ ✓ ✓	.	.	.	✓ ✓ ✓	✓	✓	.	.	✓ ✓ ✓	۱۷	C۶
.	.	.	.	.	.	.	✓	.	✓	۱	C۷ (ISL)
.	.	.	.	.	.	.	✓	✓	✓	۱	C۸ (ML T)
✓	.	.	.	.	.	.	✓ ✓	✓	✓	۲	C۹
✓ ✓ ✓ ✓	✓	✓	✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓	✓ (IN D, RUS , CH N, BR A)	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ (بیشتر)	✓ (اکثریت)	~۵۰	C۱۰

جدول (۳۰): اجتماع یابی سال ۲۰۲۰ در قالب نهادهای بین‌المللی و مشارکت بخشی

Community	تعداد کشور	نهادهای بین‌المللی مرتبط	مشارکت بخشی
C۱۶	۵۸	OECD, EU, G۲۰, NAFTA	بسیار بالا
C۱۴	۸	EU, جزئی CIS, SCO	بالا
C۱۵	۱۱	EU, OECD	متوسط (حمل و نقل)
C۱۱	۲	OECD	بالا (صنایع)
C۱۳	۵	عربی, AU	پایین
C۱, C۳, C۴...	۱-۳	AU, LAFTA, SCO	بسیار پایین

منبع: محاسبات پژوهش

۹-۴- قیاس اجتماع یابی سال ۲۰۲۰ و ۲۰۱۶

در مقایسه ساختار و ترکیب اجتماعات کشورها در دو سال ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰، روندهای جالبی از همگرایی، واگرایی و بازآرایی جغرافیایی و بخشی در شبکه‌های اقتصادی جهانی قابل مشاهده است.

در سال ۲۰۲۰، یک اجتماع اصلی و پرجمعیت به نام C۱۶ با مشارکت ۵۸ کشور شکل گرفته که عمده کشورهای توسعه‌یافته و نوظهور صنعتی عضو آن هستند. این اجتماع متشکل از اعضای OECD، اتحادیه اروپا، کشورهای شرق آسیا مانند چین، کره جنوبی و ژاپن، همچنین کشورهای آمریکای شمالی، برخی از کشورهای خاورمیانه مانند عربستان سعودی و اسرائیل، و کشورهایی از آسیای جنوب شرقی است. تمرکز بخشی این اجتماع گسترده است و شامل یازده گروه صنعتی و خدماتی می‌شود که از صنایع استخراجی و تولیدی (B۰۵ تا C۳۰) تا خدمات انرژی (D) و حمل و نقل دریایی را در بر می‌گیرد. این وسعت بخشی و جغرافیایی نشان‌دهنده یک پیوند ساخت یافته، پیچیده و متنوع در زنجیره ارزش جهانی است که به لحاظ ساختاری درون‌همبسته است.

در سال ۲۰۱۶، بزرگترین اجتماع آن سال، C۱۰، شامل ۴۶ کشور است که ترکیب مشابهی با C۱۶ دارد، اما پراکندگی بیشتری در عضویت گروه‌های همکاری بین‌المللی (مانند BRICS، شانگهای، ASEAN، G۲۰) دارد.

همچنین در ۲۰۱۶، اجتماعات منطقه‌ای پراکنده‌تری مانند C۵ (استرالیا و نیوزیلند)، C۶ (کشورهای آسیای شرقی و جنوب شرقی) و C۲ (کشورهای آمریکای جنوبی) وجود دارد که نشان‌دهنده تنوع و چندقطبی بودن شبکه جهانی در آن سال است.

در سال ۲۰۲۰، در کنار اجتماع غالب C۱۶، اجتماعات کوچک‌تر و اغلب تک‌کشوری یا دو‌کشوری دیده می‌شود که نشان از نوعی واگرایی یا انزوا دارد. مثلاً کشورهایی چون کلمبیا، نیجریه، کامرون، پاکستان، پرو و بنگلادش هر کدام در اجتماع مستقل و

بدون ارتباطات بخشی گسترده قرار دارند. این وضعیت می‌تواند به دلیل وابستگی کمتر این کشورها به زنجیره ارزش جهانی، عدم تخصص در بخش‌های کلیدی یا ضعف زیرساختی آن‌ها باشد.

در برخی موارد (مثلاً اجتماع C۱۴) کشورهایی با همگرایی سیاسی یا جغرافیایی مشخص (مانند بلاروس، روسیه، اوکراین) در اجتماع کوچکتري همراه شده‌اند که می‌تواند نشانی از همکاری منطقه‌ای باشد.

از منظر بخشی، در ۲۰۲۰ بخش‌هایی نظیر صنایع شیمیایی، تولیدات فلزات پایه، تجهیزات حمل و نقل، و انرژی (D) در اجتماع‌های اصلی تکرار می‌شوند، نشان‌دهنده نقش محوری این صنایع در زنجیره ارزش بین‌المللی است.

مقایسه ساختار اجتماعات کشورها در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰ نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۶، شکل‌گیری اجتماعات تا حد زیادی منطبق بر ترتیبات منطقه‌ای یا سیاسی - اقتصادی شناخته‌شده‌ای مانند BRICS، اتحادیه اروپا، ASEAN، گروه شانگهای یا G۲۰ بوده است. به عنوان مثال، کشورهایی با روابط منطقه‌ای نزدیک یا اشتراکات سیاسی در یک اجتماع قرار می‌گرفتند، حتی اگر پیوند بخشی میان آن‌ها محدود بود. اما در سال ۲۰۲۰، این الگو تغییر کرده و ترکیب اجتماعات بیشتر بر اساس پیوندهای واقعی صنعتی و بخشی در شبکه جهانی تولید و تجارت شکل گرفته است، نه صرفاً بر مبنای هم‌پیمانی‌های سیاسی یا منطقه‌ای. به عبارت دیگر، منطق شبکه‌ای جای منطق ژئوپلیتیکی یا منطقه‌ای را گرفته است.

برای نمونه، در اجتماع بزرگ C۱۶ در سال ۲۰۲۰، کشورهای عضو BRICS، ASEAN و حتی کشورهای در تضاد سیاسی (مانند چین، اسرائیل، عربستان، و برخی کشورهای اروپایی) در یک اجتماع واحد گرد آمده‌اند، صرفاً به دلیل اشتراکات تولیدی و پیوستگی در زنجیره ارزش، نه تعلق به یک پیمان مشخص.

در مجموع، می‌توان گفت که از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰، شبکه جهانی تولید و تجارت به سمت تمرکزگرایی بیشتر در یک اجتماع (C۱۶) گرایش پیدا کرده است که هم از لحاظ جغرافیایی و هم بخشی، متنوع و درون‌پیوند است. کشورهایی که از این هسته فاصله دارند، یا در اجتماعات کوچک و حاشیه‌ای باقی‌مانده‌اند یا در انزوای ساختاری هستند.

در کل نکات کلیدی از مقایسه دو سال شامل موارد زیر است:

- تمرکزگرایی در سال ۲۰۲۰: شکل‌گیری یک اجتماع غالب و یکپارچه (C۱۶) با عضویت ۵۸ کشور در مقابل ساختار پراکنده‌تر سال ۲۰۱۶.
- ارتقای نقش بخش‌های صنعتی و خدماتی: تنوع و عمق بخشی در سال ۲۰۲۰ در مقایسه با رویکرد مبتنی بر ترتیبات سیاسی و جغرافیایی در ۲۰۱۶.
- واگرایی و انزوای برخی کشورها: حضور کشورهایی با اجتماع تک‌عضوی یا با مشارکت‌های کم بخشی در سال ۲۰۲۰، نشانه فاصله گرفتن از زنجیره ارزش جهانی.
- همگرایی کشورهای توسعه‌یافته و نوظهور: شکل‌گیری ائتلاف صنعتی جهانی در C۱۶ میان کشورهای OECD، آسیایی و برخی کشورهای در حال توسعه.

- کاهش وزن ترتیبات منطقه‌ای: در سال ۲۰۲۰، نقش پیمان‌های سیاسی/اقتصادی (مانند BRICS، ASEAN) در تشکیل اجتماعات کمتر از سال ۲۰۱۶ است.
- اهمیت صنایع شیمیایی، انرژی و تجهیزات حمل‌ونقل: به عنوان هسته‌های اتصال در زنجیره جهانی، این بخش‌ها در اجتماعات مرکزی بیشتر دیده می‌شوند.

۵- راهکارها و پیشنهادات

- بر پایه قیاس دقیق ساختار اجتماعات اقتصادی جهانی در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰ از یک سو، و تحلیل مستندات گزارش «تجارت و ژئوپولیتیک» بعد از سال ۲۰۱۶ از سوی دیگر، می‌توان روندها، تحولات و فرصت‌هایی را استخراج کرد که به‌طور مستقیم برای سیاست‌گذاری اقتصادی و تجاری ایران اهمیت راهبردی دارد. در ادامه، ابتدا یک جمع‌بندی تحلیلی از قیاس سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰ ارائه می‌شود و سپس بر مبنای آن و با لحاظ مؤلفه‌های ژئوپولیتیکی، راهکارهایی واقع‌بینانه برای ایران پیشنهاد می‌شود.
- همانطور که گفته شد مقایسه سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰ از منظر اجتماع‌یابی اقتصادی نکات زیر را بازنمایی می‌کنند:
- از منطقه‌گرایی به شبکه‌گرایی: در سال ۲۰۱۶، ساختار اجتماعات اقتصادی غالباً منطبق بر ترتیبات جغرافیایی و سیاسی بود (مانند BRICS، ASEAN، SCO)، اما در سال ۲۰۲۰، این اجتماعات عمدتاً بر اساس پیوندهای بخشی و صنعتی شکل گرفته‌اند) به‌ویژه اجتماع C۱۶ که شامل ۵۸ کشور متنوع از نظر جغرافیا اما هم‌پیوند در بخش‌های صنعتی کلیدی است. این تغییر نشانه حرکت از «منطق منطقه‌گرایی» بدلائیل شوک‌های وارده به «منطق شبکه‌گرایی صنعتی» است.
 - افزایش تمرکز و قطب‌بندی تولید جهانی: در ۲۰۲۰، با شکل‌گیری اجتماع غالب C۱۶، بخش بزرگی از زنجیره ارزش جهانی در یک هسته متمرکز شده است. این تمرکزگرایی، حاکی از هم‌پیوندی شدید کشورهای توسعه‌یافته و نوظهور در صنایع کلیدی (مانند شیمیایی، فلزات، انرژی و الکترونیک) است.
 - واگرایی کشورهای حاشیه‌ای: کشورهای خارج از C۱۶، در اجتماعات کوچک، پراکنده یا حتی تک‌عضوی قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده انزوای ساختاری در شبکه جهانی ارزش است. ایران نیز در سال ۲۰۱۶ عضو یک اجتماع حاشیه‌ای بود (C۴).
 - مشارکت فعالیت محوری به جای عضویت سیاسی: برخلاف سال ۲۰۱۶ که هم‌پیمانی‌های سیاسی وزن داشتند، در ۲۰۲۰ تنها کشورهایی در اجتماعات مرکزی حضور دارند که مشارکت فعال در زنجیره‌های تولید دارند، حتی اگر با یکدیگر در تضاد ژئوپولیتیکی باشند (مانند چین و آمریکا در یک اجتماع صنعتی).
 - پیوند تحولات ساختار اقتصادی جهانی با روندهای ژئوپولیتیکی: تحولات ژئوپولیتیکی اخیر – از جنگ تجاری آمریکا و چین، بحران انرژی، محدودیت‌های صادراتی چین در حوزه مواد خام، و استفاده ابرازی از تعرفه‌ها توسط ترامپ – نشان می‌دهند که جهانی‌شدن دیگر امری صرفاً اقتصادی نیست، بلکه تابعی از ژئوپولیتیک شده است. در چنین جهانی،

حضور مؤثر در زنجیره ارزش جهانی منوط به انعطاف‌پذیری، تنوع شرکا، و تاب‌آوری در برابر شوک‌های ژئوپلیتیکی است.

۱-۵- راهکارهای سیاستی برای ایران

در کل اولویت‌های سیاست‌گذاری برای ایران در قالب محورهای زیر قابل ردیابی است:

- تمرکز بر صنایع کلیدی جهانی برای اتصال به زنجیره ارزش
- هدف‌گیری مسیرهای برد-برد
- بهبود فضای بین‌المللی ایران و کاهش ریسک‌های غیراقتصادی
- دیپلماسی اقتصادی فعال و هدفمند برای ورود به اجتماع‌های مرکزی
- اصلاح و ارتقاء نهادهای داخلی در سیاست تجاری و صنعتی
- سرمایه‌گذاری در لجستیک، دیجیتال‌سازی و زیرساخت‌های صادراتی
- تقویت تعاملات جنوب-جنوب و الگوبرداری از کشورهای موفق نوظهور

۱. بازطراحی دیپلماسی اقتصادی بر پایه پیوند صنعتی نه منطقه‌ای

در جهان امروز، دیپلماسی صرفاً سیاسی نیست، بلکه باید اقتصادی، فناورانه و بخشی باشد. ایران نیاز دارد تا از طریق توافقات دوجانبه یا چندجانبه با کشورهای عضو اجتماعات کلیدی (مانند چین، هند، آلمان، کره جنوبی، ترکیه، و حتی کشورهای آسه‌آن) همکاری‌هایی در قالب پروژه‌های مشترک، زنجیره تأمین منطقه‌ای و تولید قراردادی شکل دهد. در جهانی که نظم تولید نه از طریق اتحادهای سیاسی بلکه از مسیر اشتراک در صنایع خاص تعریف می‌شود، ایران باید با تمرکز بر اقتصاد خود و پتانسیل‌های قابل احصاء در ترتیبات منطقه‌ای (مانند پیمان شانگهای، بریکس، اکو یا اتحادیه‌های منطقه‌ای دیگر) به سمت دیپلماسی فعالیتی و شبکه‌ای حرکت کند؛ یعنی:

- شناسایی کشورهایی با ساختار صنعتی مکمل (مثلاً هند، چین، ترکیه، اندونزی)
- ورود به پروژه‌های مشترک بین‌المللی در فعالیتهایی مانند صنایع شیمیایی، پتروشیمی، فلزات واسطه، انرژی و تجهیزات حمل‌ونقل
- با توجه به اینکه سیستم جهانی بیشتر بر اصل برد-برد متکی است تا بر همگرایی مطلق، تمرکز بر بخش‌هایی که تعاملات متقابل خارجی مثبت و پایدار شکل می‌دهند بخصوص در بازارهای منطقه‌ای.

۲. بهبود ریسک‌پذیری اقتصاد بین‌المللی ایران

حضور در اجتماعات کوچک، تک‌عضوی یا فاقد بخش‌های اقتصادی فعال نشان می‌دهد که اقتصاد ایران برای تعامل پایدار با جهان به سطحی از ثبات سیاسی، قابلیت پیش‌بینی، و کاهش ریسک‌های غیراقتصادی نیاز دارد. بنابراین، ارتقای تصویر اقتصادی ایران در جهان از طریق اصلاحات در سیاست خارجی و بهبود رتبه‌های بین‌المللی از اهمیت بالایی برخوردار است.

۳. اولویت‌دهی به پیوند با اجتماعات صنعتی C۱۶ از طریق تولید قراردادی و ارزش افزوده واسطه‌ای

- ایران باید به‌جای تمرکز بر صادرات مواد خام، تلاش کند به زنجیره تولید کشورهای C۱۶ بپیوندد.
- این اقدام از طریق تولید قراردادی برای بازارهای شرق آسیا و اروپا، ایجاد پارک‌های صنعتی مشترک و تعریف پروژه‌های صادراتی مشترک امکان‌پذیر است.

۴. تاب‌آوری در برابر ریسک‌های ژئوپولیتیکی از طریق تنوع بخشی افقی و عمودی زنجیره‌ها

- ایران باید زنجیره‌های تأمین خود را چندمبدأ و چندسطحی کند (مثلاً تأمین تجهیزات از چند کشور آسیایی و اروپایی)
- در صادرات نیز باید به جای وابستگی به چند بازار خاص، بازارهای متنوع ایجاد کند (با استفاده از ابزارهایی مانند سوآپ منطقه‌ای، صادرات ریالی، تهاتر انرژی-کالا و ...)

۵. سرمایه‌گذاری در تولید مواد خام حیاتی و صنایع واسطه‌ای با اولویت صادرات فناورانه

- ایران دارای ذخایر استراتژیک در حوزه فلزات نادر، مواد معدنی خاص و انرژی ارزان است. باید این مزیت‌ها را از طریق سرمایه‌گذاری بین‌المللی و فرآوری و صادرات فناورانه به مزیت نسبی تبدیل کند و تمرکز خود را بر صنایع واسطه‌ای (مانند پتروشیمی‌ها، و مواد شیمیایی صنعتی) و فناوری‌بر (تجهیزات الکترونیکی و وسایل حمل‌ونقل) قرار دهد.

۶. ایجاد اطلس ساختار شبکه‌ای تولید ایران و طراحی نقشه جایگاه جهانی

- نیاز است که سازمان‌هایی مانند وزارت صمت، با همکاری پژوهشکده‌ها، یک اطلس شبکه‌ای از مشارکت ایران در زنجیره‌های ارزش جهانی تهیه کنند.
- این نقشه می‌تواند مشخص کند که ایران در چه صنایعی و با چه کشورهایی بیشترین هم‌پیوندی بالقوه را دارد و کجاها باید سیاست‌گذاری فعال انجام دهد.

۷. توسعه صادرات خدمات فنی-مهندسی در شرایط بازتعریف جهانی شدن

- بخشی از جهانی‌شدن که همچنان روند صعودی دارد، تجارت خدمات است.
- ایران باید صادرات خدمات فنی-مهندسی، مشاوره صنعتی، آموزش تخصصی، و طراحی مهندسی را گسترش دهد، خصوصاً به کشورهای منطقه و آسیای مرکزی.

جهانی که ایران با آن روبروست، جهانی است با شبکه‌های تولید در حال بازآرایی، قدرت‌های بزرگ در رقابت فناورانه، و زنجیره‌های ارزش به شدت سیاسی شده‌اند. در چنین فضایی، تمرکز ایران باید نه بر هم‌پیمانی‌های رسمی و نمایشی، بلکه بر ساخت شبکه‌ای از پیوندهای تولیدی، فناورانه، و بازاری پویا و درون‌زای جهانی باشد.

۸. ایجاد نهادهای تنظیم‌گر و هماهنگ‌کننده زنجیره ارزش

در داخل کشور، ضعف در هماهنگی نهادی میان دولت، بخش خصوصی، و صادرکنندگان باعث شده که پیوستگی ایران به زنجیره جهانی کند یا مختل شود. واگذاری این امور به یک نهاد فرابخشی با مسئولیت شناسایی فرصت‌ها، سیاست‌گذاری مبتنی بر داده، و تسهیل‌گری در زنجیره جهانی در راستای بازآرایی حکمرانی اقتصادی و تجاری پیشنهاد می‌شود.

۹. توسعه زیرساخت‌های نرم و سخت برای تسهیل تجارت

برای مشارکت در اجتماعاتی مانند C۱۶، ایران باید در زمینه لجستیک، حمل و نقل، زیرساخت‌های گمرکی، دیجیتالی‌سازی تجارت خارجی، و نظام مالی بین‌المللی (ارتباط با سیستم‌های پرداخت و بیمه صادرات) سرمایه‌گذاری کند. بخش‌هایی حمل و نقل و کریدورها در زنجیره جهانی نقش حیاتی دارند.

۱۰. تقویت همکاری‌های جنوب-جنوب با کشورهای در حال توسعه موفق

ایران می‌تواند با الهام از کشورهایی چون مالزی، هند، اندونزی یا ترکیه که در سال ۲۰۲۰ در هسته C۱۶ قرار گرفته‌اند، تجربه‌های سیاست صنعتی و تعامل تجاری آنها را مطالعه کرده و در سطح منطقه‌ای، زنجیره‌های ارزشی جنوب-جنوب را فعال سازد.

پیوست ۱: مدل نظری اجتماع یابی

۱- الگوریتم‌های اجتماع یابی

اجتماع یابی می‌تواند نقش مهمی در فهم کارکرد و قابلیت شبکه ایفا کند. در این بخش با ارائه روش‌ها و تکنیک‌های اجتماع یابی، تصویری از شناسایی ایستا، پویا و الگوریتمی جوامع ارائه می‌شود. در طول سال‌ها، تکنیک‌های گوناگونی برای شناسایی اجتماع یابی ارائه شده‌اند که می‌توانند جوامع همپوشان و غیرهمپوشان را شناسایی کنند. رایج‌ترین الگوریتم‌های اجتماع یابی در جدول ۳۱ آمده‌اند.

جدول (۳۱): چشم‌انداز اجتماع یابی - مروری بر الگوریتم‌های اجتماع یابی

نوع جامعه	الگوریتم	سال	مشارکت/ویژگی اصلی
غیرهمپوشان- (Non-Overlapping)	Girvan–Newman	۲۰۰۲	شناسایی جوامع بر اساس شاخص بین مرکزی یال. (edge-betweenness)
	Louvain	۲۰۰۸	بهینه‌سازی ماژولاریتی با بهبود ساختار جامعه در همسایگی گره‌ها.
	Kernighan–Lin	۱۹۷۰ (از ۲۰۰۹ استفاده شده)	روش تقسیم‌بندی تکراری که میزان برش یال بین جوامع را به حداقل می‌رساند.
	Leiden	۲۰۱۹	بهینه‌سازی ماژولاریتی از طریق حذف نقاط بیشینه محلی و ارائه تخصیص‌های پایدارتر برای جوامع، با کارایی محاسباتی بالا و مقیاس‌پذیری برای شبکه‌های بزرگ.
همپوشان (Overlapping)	Label Propagation	۲۰۰۷	فرایند به‌روزرسانی برچسب که بر اساس رایج‌ترین برچسب بین همسایگان انجام می‌شود.
	Infomap	۲۰۰۸	استفاده از نظریه اطلاعات و گام تصادفی برای شناسایی جوامع.
	Walktrap	۲۰۱۱	شناسایی جوامع از طریق تشخیص نواحی متراکم در شبکه که احتمال باقی ماندن حرکت تصادفی در آن‌ها بالاست.

Source: Tokala Srilatha et al. (۲۰۲۰)

در اجتماعات شناسایی شده توسط این الگوریتم‌ها، گره‌های هر اجتماع به‌طور معمول ارتباط تنگاتنگ‌تری با یکدیگر نسبت به سایر گره‌های شبکه دارند. این خوشه‌ها یا اجتماعات اغلب ویژگی‌ها یا قابلیت‌های مشترکی دارند. با شناسایی این اجتماعات در گراف، الگوریتم‌های اجتماع یابی می‌توانند ساختار زیرین شبکه و ارتباطات میان گره‌ها را پشتیبانی کنند.

از جمله الگوریتم‌هایی که جوامع غیرهمپوشان را شناسایی می‌کنند می‌توان به گیروان-نیومن^۱، لئوین^۲، کرنیکان-لین^۳ و لیدین^۴ اشاره کرد. در مقابل، الگوریتم‌های انتشار برچسب^۵، اینفومپ^۶ و واک تراپ^۷ قادر به شناسایی جوامع همپوشان هستند.

الگوریتم گیروان-نیومن در فرآیند اجتماع یابی، یال‌هایی را که بیشترین مرکزیت بینایی^۸ را دارند به تدریج حذف می‌کند. این الگوریتم در مقیاس‌پذیری برای گراف‌های بزرگ با مشکل مواجه است^۹.

الگوریتم لئوین برای شبکه‌های بسیار بزرگ با تعداد زیادی گره و یال، عملکرد بالایی دارد و از نظر بهینه‌سازی معیار ماژولاریتی بسیار سریع و مقیاس‌پذیر است. این الگوریتم تنها جوامع غیرهمپوشان را شناسایی می‌کند.

الگوریتم کرنیکان-لین روشی ساده و کارآمد برای یافتن جوامع در گراف‌های بزرگ است و می‌تواند برای گراف‌های کوچک تا متوسط با کیفیت بالا استفاده شود^{۱۰}.

الگوریتم لیدین برای بهبود عملکرد لئوین طراحی شده و مشکل جوامعی را که به‌درستی از هم تفکیک نمی‌شوند، برطرف می‌سازد.

انتشار برچسب از برچسب‌گذاری گره‌ها برای گسترش و اجتماع یابی استفاده می‌کند. مزیت اصلی این الگوریتم، سادگی، مقیاس‌پذیری، حافظه‌دوستی و سرعت بالای آن در گراف‌های بزرگ با میلیون‌ها گره است. با این حال، نتایج نهایی وابسته به برچسب‌گذاری اولیه هستند که ممکن است ساختار واقعی اجتماع را به‌درستی بازتاب ندهند^{۱۱}.

الگوریتم اینفومپ توسط رسوال و دیگران^{۱۲} طراحی شده و با شبیه‌سازی جریان اطلاعات در گراف، به اجتماع یابی می‌پردازد. این الگوریتم قادر است جوامع را در گراف‌های جهت‌دار و وزن‌دار شناسایی کند. با این حال، در صورتی که داده‌های ورودی ناقص باشند، ممکن است نتایج جانبدارانه تولید کند^{۱۳}.

^۱ Girvan M, Newman ME. ۲۰۰۲

^۲ Blondel VD, Guillaume JL, Lambiotte R, Lefebvre E. ۲۰۰۸

^۳ Kemighan BW

^۴ Traag V. A, Waltman L., Van Eck N. J. ۲۰۱۹

^۵ Label Propagation

^۶ Infomap

^۷ Walktrap

^۸ betweenness centrality

^۹ Newman ME. ۲۰۰۴

^{۱۰} Jiang H, Liu Z, Liu C, Su Y, Zhang X. ۲۰۲۰.

^{۱۱} Yang G, Zheng W, Che C, Wang W. ۲۰۲۰.

^{۱۲} Rosvall, M. & Bergstrom, C. T. (۲۰۰۸)

^{۱۳} Smith NR, Zivich PN, Frerichs LM, Moody J, Aiello AE. ۲۰۲۰

الگوریتم واک تراپ که توسط پاسکال پونز و متیو لپی ارائه شده، با استفاده از احتمال ماندن در یک اجتماع طی یک مسیر تصادفی، جوامع را شناسایی می‌کند. این الگوریتم برای گراف‌های بزرگ با اندازه‌ها و اشکال مختلف کارایی بالایی دارد و برای شناسایی جوامع همپوشان نتایج مطلوبی ارائه می‌دهد.^۱ الگوریتم فست گردی^۲ توسط آاورن گلوست و همکارانش در سال ۲۰۰۴ پیشنهاد شد. هدف اصلی آن حداکثرسازی معیار ماژولاریتی از طریق ادغام تدریجی جوامع به روش گردی است.^۳ الگوریتم بردار ویژه غالب^۴ توسط مارک نیومن در سال ۲۰۱۳ ارائه شد.^۵ این الگوریتم به دلیل سادگی و بهره‌وری محاسباتی بالا در اجتماع یابی شناخته می‌شود. با استفاده از بردار ویژه اصلی ماتریس ماژولاریتی، جوامع را به طور مؤثر شناسایی کرده و ساختار زیرین شبکه را آشکار می‌سازد. در جدول ۳۲، مروری کوتاه بر نقاط قوت و ضعف هر الگوریتم ارائه شده است.

جدول (۳۲): تحلیل تکنیک‌های اجتماع یابی: نقاط قوت در برابر نقاط ضعف

الگوریتم شناسایی جامعه	نقاط قوت	نقاط ضعف
Girvan-Newman	شبکه با حذف تدریجی یال‌های با بین مرکزی بالا به جوامع تقسیم می‌شود. این الگوریتم برای گراف‌های وزنی و بدون وزن، جهت دار و بدون جهت قابل استفاده است.	عملکرد الگوریتم به شدت به اندازه و تراکم شبکه حساس است. محاسبه بین مرکزی یال‌ها بسیار هزینه‌بر است.
Louvain	در مدت زمان کوتاه قادر به پردازش شبکه‌های بزرگ است. بدون نیاز به اطلاعات اولیه، جوامع را بر اساس ساختار شبکه شناسایی می‌کند.	نتایج به شدت به تقسیم‌بندی اولیه وابسته‌اند. به دلیل ماهیت غیرقطعی الگوریتم، نتایج در تکرارهای مختلف متفاوت خواهد بود.
Kernighan-Lin	برای تقسیم‌بندی به بیش از دو گروه مناسب‌تر است و جوامع با تعریف دقیق‌تری را شناسایی می‌کند. با تبادل گره‌ها به صورت تکراری کیفیت تقسیم‌بندی را بهبود می‌دهد.	برای شبکه‌های بزرگ در شناسایی ساختار جوامع با مشکل مواجه است. چون تنها برای دو بخش طراحی شده، در اغلب موارد کاربرد کمی دارد.
Leiden	توانایی مدیریت ساختارهای همپوشان را دارد که در تحلیل جوامع پیچیده مفید است. نتایج نسبتاً قطعی‌تری بر اساس شرایط اولیه ارائه می‌دهد.	تمرکز اصلی آن روی بهینه‌سازی مدولاریتی است که برای تمام ساختارهای شبکه مناسب نیست. مصرف حافظه و محاسبات بالا از جمله مشکلات آن است.
Label Propagation	الگوریتمی ساده، مقیاس‌پذیر و کارآمد است که برای شبکه‌های بزرگ مناسب می‌باشد. قابلیت سازگاری با ساختارهای مختلف جامعه را دارد.	به برجسته‌گذاری اولیه بسیار حساس است. در صورتی که یک گره متعلق به چند جامعه باشد، الگوریتم در شناسایی جوامع دچار مشکل می‌شود.
Infomap	قابلیت شناسایی ساختارهای محلی و جهانی جوامع در مقیاس‌های مختلف را دارد. در صورتی که گره‌ای متعلق به چند جامعه باشد، آن را به خوبی شناسایی می‌کند.	برای شبکه‌های بزرگ نیازمند توان محاسباتی بالایی است. در شبکه‌های بزرگ با اندازه‌های قابل مقایسه، شناسایی جوامع مشابه دشوار است.

^۱ Pons P, Latapy M. ۲۰۰۵

^۲ Fast Greedy

^۳ Clauset A, Newman ME, Moore C. ۲۰۰۴

^۴ Leading Eigenvector

^۵ Newman ME. ۲۰۱۳

به نوبت حساس است که ممکن است به شناسایی گره‌های نامربوط در ساختار جامعه منجر شود. انتخاب پارامترها نیازمند تحلیل تجربی است.	تمرکز بر همسایگی محلی از طریق حرکت‌های تصادفی کوتاه‌مدت دارد. زمان اجرا مناسب و الگوریتم برای تحلیل شبکه‌های بزرگ مقیاس پذیر و کارآمد است.	Walktrap
---	--	----------

Source: Tokala Srilatha et al. (۲۰۲۵)

۲- مدل پژوهش

در این قسمت بر مبنای مطالعه پیکاردی و همکاران (۲۰۱۸) روش زنجیره مارکوف مبتنی بر جداول داده-ستانده بین کشوری توضیح داده خواهد شد.

۲-۱- سیستم‌های داده-ستانده باز به‌عنوان زنجیره‌های مارکوف جذب‌شونده

تولید مدرن به‌طور فزاینده‌ای بین کشورها تقسیم شده است. برای تحلیل دقیق سیستم تولید جهانی در سطح بخشی، از پایگاه داده "داده-ستانده بین کشوری" استفاده می‌گردد تا شبکه‌ای با عنوان "شبکه داده-ستانده جهانی" ساخته شود، که در آن، گره‌ها بخش‌های اقتصادی مختلف در کشورهای گوناگون هستند و یال‌ها بیانگر معاملات بین آن‌ها هستند.

یک سیستم داده-ستانده کلاسیک، روابط داده-ستانده درون‌زای بین بخش‌ها را با اطلاعات برون‌زا مربوط به سهم ارزش افزوده و تقاضای نهایی ترکیب می‌کند. این نوع سیستم به‌دلیل باز بودن به شوک‌های برون‌زا از سمت عرضه یا تقاضا (یعنی تغییر در اطلاعات برون‌زا)، یک سیستم داده-ستانده باز نامیده می‌شود.

در ادبیات اقتصاد داده-ستانده، تحلیل سمت عرضه مبتنی بر مدل گش و تحلیل سمت تقاضا مبتنی بر مدل لئونتیف است. مدل گش بررسی می‌کند که چگونه بخش‌ها تغییرات هزینه‌های تولید برون‌زا (مثلاً افزایش دستمزد) را به‌طور متناسب به سایر بخش‌های کشور و تقاضای نهایی منتقل می‌کنند. بنابراین فرض کلیدی پشت مدل گش، ثبات ساختار سهم بازار خروجی‌ها برای هر بخش است.

از سوی دیگر، مدل لئونتیف به بررسی این می‌پردازد که چگونه بخش‌ها تغییرات تقاضای نهایی را با استفاده از نسبت‌های ثابت نهاده از سایر بخش‌ها و ارزش افزوده اولیه تأمین می‌کنند. بنابراین فرض کلیدی پشت مدل لئونتیف، ثبات ساختار فنی نیازهای نهاده برای هر بخش است.

در ادامه، به‌طور خلاصه معادل‌سازی بین مدل لئونتیف و زنجیره مارکوف جذب‌شونده را نشان می‌دهیم. مدل گش نیز به روش مشابهی قابل تحلیل است. یک سیستم اقتصادی با n بخش را می‌توان به‌صورت فشرده با ماتریس مبادلات Z (از ابعاد $n \times n$)، به‌همراه بردار ارزش افزوده v ، بردار تقاضای نهایی f ، و بردار ستانده کل x مدل کرد.

عنصر Z_{ij} از ماتریس Z بیانگر تراکنش بین بخش i و j است و می‌تواند به دو صورت تفسیر شود: مقدار جریان مواد (نهاده‌های واسطه‌ای) که از بخش j به بخش i تحویل داده شده است (معمولاً بر حسب ارزش پولی)، یا معادل آن، مقدار پرداخت مالی‌ای که از بخش j به بخش i صورت گرفته است.

برای هر صنعت، برادر ارزش افزود به صورت $v' = [v_1 \dots v_n]$ ، برادر تقاضای نهایی به صورت $f' = [f_1 \dots f_n]$ و برادر کل ستانده‌ها نیز $x' = [x_1 \dots x_n]$ در نظر می‌گیریم. شایان ذکر است^۱ به معنای عملگر ترانهاد است. برادر ارزش افزوده شامل سهم پرداختی به عوامل اولیه تولید مانند نیروی کار ماهر و غیر ماهر، سرمایه فیزیکی و غیره است. برادر تقاضای نهایی نشان‌دهنده آن بخشی از ستانده است که در مصارف واسطه‌ای استفاده نمی‌شود، بلکه به مصرف خانوار، هزینه‌های دولت، تشکیل سرمایه و غیره تخصیص می‌یابد. برادر تولید کل بیانگر مجموع تولید هر بخش است که معادله تراز آن به شکل زیر برقرار است:

$$Ax + f = x \quad (1)$$

با حل معادله x به عنوان تابعی از f و A ، آنگاه $x = (I - A)^{-1}f$ حاصل می‌شود، I ماتریس همانی^۱ است. مبتنی بر معادله مذکور، ماتریس معکوس لئونتیف^۲ بدین صورت بدست می‌آید:

$$L = (I - A)^{-1} \quad (2)$$

در ادبیات، فرض می‌شود که $x_i > 0$ برای همه i ها است، یعنی هر بخش تولید مثبت دارد. ماتریس ضرایب فنی به صورت

$$A = Z\hat{x}^{-1} = \begin{bmatrix} Z_{11} & \dots & Z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{n1} & \dots & Z_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{1}{x_1} & \dots & \frac{1}{x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{x_1} & \dots & \frac{1}{x_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{Z_{11}}{x_1} & \dots & \frac{Z_{1n}}{x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{Z_{n1}}{x_1} & \dots & \frac{Z_{nn}}{x_n} \end{bmatrix} \quad (3)$$

تعریف می‌شود، که در آن علامت کلاه $\hat{x}$ یک ماتریس قطری با عناصر برادر x روی قطر اصلی است. عنصر A_{ij} بیانگر سهم نهاده از بخش i از کل ستانده بخش j است. که عنصر L_{ij} بیانگر تغییرات ستانده در صنعت i به واسطه هر یک واحد تغییر در تقاضای نهایی برای صنعت j است. در نهایت، توجه داشته باشید که سیستم داده-ستانده ای که تاکنون توضیح داده شد، معمولاً فرض می‌کند که سیستم اقتصادی تنها شامل یک کشور است. اما همین نمادگذاری به خوبی می‌تواند یک سیستم GMRIO (جدول داده-ستانده چندمنطقه‌ای جهانی) را نیز نمایش دهد؛ سیستمی که شامل گروهی از کشورها با تراکنش‌های اقتصادی داخلی و بین‌المللی است. تفاوت اصلی در این است که در سیستم GMRIO، برای هر عنصر ماتریس داده-ستانده، کشور مربوط به هر بخش نیز مشخص می‌شود؛ یعنی ادر واقع به یک زوج بخش/کشور اشاره دارد.

در مقابل، یک زنجیره مارکوف یک فرآیند تصادفی است که گذار از یک حالت به حالت دیگر تابع خاصیت مارکوف است؛ یعنی توزیع احتمال حالت بعدی فقط به حالت فعلی بستگی دارد و نه به مسیر گذشته. حالت‌های یک زنجیره مارکوف را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

- حالت‌های گذرا^۳: پس از ترک این حالت‌ها، فرآیند دیگر به آن‌ها باز نمی‌گردد؛
- حالت‌های بازگشتی یا پایدار^۴: اگر فرآیند وارد چنین حالتی شود، دیگر آن را ترک نمی‌کند.

^۱ Identity Matrix

^۲ Leontief Inverse

^۳ transient

^۴ ergodic

اگر یک حالت، تنها عضو یک مجموعه پایدار باشد، به آن حالت جذب‌کننده^۱ گفته می‌شود. بنابراین، یک زنجیره مارکوف جذب‌شونده^۲ زنجیره‌ای است که تمام حالات پایدار آن جذب‌کننده هستند برای شناخت کامل زنجیره مارکوف جذب‌شونده باید ماتریس انتقال^۳ را تعریف کرد. شکل متعارف ماتریس انتقال زنجیره مارکوف جذب‌شونده با s حالت‌های ناپایدار و r حالت‌های جذب‌شونده بدین صورت است:

$$P = \begin{bmatrix} I & 0 \\ R & Q \end{bmatrix} \quad (۴)$$

که در این ماتریس I ماتریس همانی با ابعاد $r \times r$ است. 0 ماتریس با ابعاد $s \times r$ است. تمامی عناصر و درایه‌های این ماتریس صفر است. R ماتریسی با ابعاد $s \times r$ است. این ماتریس گذار از هر حالت ناپایدار به هر حالت جذب‌شونده را معین می‌کند. Q ماتریس با ابعاد $s \times s$ است. ماهیت این ماتریس مشخص کردن انتقال بین حالت‌های ناپایدار است. شایان ذکر است که P ماتریس سطری-تصادفی^۴ است؛ زیرا جمع هر سطر از P ، ۱ می‌شود:

$$\pi'_t = \pi'_{t-1} P \quad (۵)$$

که در این معادله، π_t بردار توزیع احتمال برای هر حالت در ازای هر زمان t است. برای مشخص کردن P ، مناسب است که Q و R را مشخص و معلوم کنیم.

یک سیستم داده-ستانده را می‌توان به عنوان یک زنجیره مارکوف جذب‌شونده مدل کرد، که مراحل تولید داخلی به عنوان حالات گذرا و ارزش افزوده یا تقاضای نهایی به عنوان حالات جذب‌شونده در نظر گرفته می‌شوند. این فرآیند را می‌توان به طور شهودی به گردش یک گام تصادفی تشبیه کرد. بسته به اینکه مدل لئونتیف یا مدل گش استفاده شود، پیمایش گر تصادفی نقش «عامل خرید» یا «فروشنده» را دارد. همانطور که گفته شد، تحلیل ما محدود به مدل لئونتیف (گردش «عامل خرید» پیمایش گر تصادفی) است.

در حرکت پیمایش گر تصادفی خریدار، حالت‌های ناپایدار همه n صنایع در اقتصاد و حالت‌های جذب‌شونده n عرضه‌کننده ارزش افزوده مربوط به هر صنعت است. این کار راهی طبیعی برای مشخص کردن ماتریس انتقال پیمایش گر تصادفی خریدار است که با در نظر گرفتن $R = \hat{W}$ و $Q = A'$ ، ما ماتریس انتقال $2n \times 2n$ را خواهیم داشت:

$$P_L = \begin{bmatrix} I & 0 \\ \hat{W} & A' \end{bmatrix} \quad (۶)$$

که زیرماتریس ابعاد $n \times n$ دارد. می‌توان به راحتی بررسی کرد که P_L یک ماتریس سطری-تصادفی است. از حیث مفهومی می‌توان پیرامون اجزای ماتریس و معادله $Q = A'$ نیز چنین گفت. همانطور که می‌دانیم A ماتریس ضرایب فنی و A' بیانگر ماتریس ترانزاده ماتریس مذکور است. با اجرای ترانزاده، جریان فعالیت‌ها از z به i تغییر پیدا می‌کند؛ زیرا سطر و ستون جایگزین یکدیگر

^۱ absorbing

^۲ absorbing Markov chain

^۳ Transition Matrix

^۴ Row-Stochastic

شده‌اند. Q نیز بیانگر گذار بین حالت ناپایدار در زنجیره مارکوف جذب‌شونده است. $Q = A'$ نیز درواقع ماتریس احتمال گذار یک پیمایش گر تصادفی از یک فعالیت به فعالیت دیگر را مشخص می‌کند. در اینجا ترانهاده ماتریس ضرایب فنی می‌خواهد نشان دهند که فعالیت z چه مقدار از نیازهای نهاده فعالیت i تامین می‌کند. در رابطه با $R = \hat{W}$ نیز می‌توان طرح بحث مشابهی را در نظر گرفت. $\hat{W}$ ماتریس قطری ساخته شده از بردار w ، بردار سهم ارزش افزوده، است. R درواقع حرکت از حالت‌های ناپایدار به حالت‌های جذب‌شونده را مشخص می‌کند. $R = \hat{W}$ بیان می‌کند که جریان مالی از فعالیت‌ها به مرحله نهایی ارزش افزوده نسبت به مشارکت هر فعالیت در کل ارزش افزوده اقتصادی است. به بیان دیگر، رابطه مذکور به توصیف حرکت پیمایش گر تصادفی از فعالیت‌ها به ارزش افزوده نهایی می‌پردازد و نشان می‌دهد که چگونه ارزش افزوده از جریان اقتصادی فعالیت‌های مختلف جذب می‌شود.

پس از مشخص شدن ماتریس انتقال، می‌توان به چند نتیجه استاندارد از مارکوف جذب‌شونده دست پیدا کرد. مهم‌تر از آن، می‌توان این دو حرکت خریدار و فروشنده را با تحلیل متعارف داده-ستانده مقایسه کرد. نتایج نظری فراوانی درباره زنجیره‌های مارکوف جذب‌شونده وجود دارد که می‌توان به‌طور سودمندی در سیستم‌های داده-ستانده به کار برد. به عنوان مثال، ماتریس بنیادی Λ زنجیره مارکوف جذب‌شونده به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\Lambda = (I - A)^{-1} = [(I - A)^{-1}]' = L' \quad (7)$$

که آخرین مساوی برپایه معادله (۲) است. L' درواقع ترانهاده ماتریس معکوس لئونتیف است. این پارامتر بیانگر روابط بین‌بخشی فعالیت‌ها در سیستم داده-ستانده و نشان‌دهنده تاثیر تغییرات یک فعالیت بر دیگران است. عنصر Λ نیز ماتریسی بنیادی است که درایه‌های آن بیانگر میانگین تعداد دفعاتی که عامل تصادفی خریدار در فعالیت z است، اگر حرکت خود را از فعالیت i شروع کند، اندازه‌گیری می‌کند. جالب آنکه $\Lambda = L'$ و $\Lambda_{ij} = L_{ji}$. یعنی این کمیت تفسیر اقتصادی واضحی دارد (همانطور که در بالا اشاره شد). این رابطه هم‌ارزی بین چارچوب زنجیره مارکوف و داده-ستانده را به تصویر می‌کشد. این مهم درواقع بیانگر اثر ستانده فعالیت i به ازای یک واحد تغییر در تقاضای نهایی فعالیت z است. همچنین برادر میانگین تعداد گام‌هایی که قبل از جذب شدن برای هر صنعت این گونه است:

$$\kappa = \Lambda 1 = L' 1 = (1' L)' = (k')' = k \quad (8)$$

که دومین مساوی برپایه معادله (۷) و چهارمین مساوی برپایه پیوند پیشین برگرفته از معادله (۲) است. جز κ_i میانگین تعداد گام‌های قبل جذب را اندازه‌گیری می‌کند، اگر پیمایش گر تصادفی خریدار از صنعت i شروع کند. شایان ذکر است که $\kappa = k$ و $\kappa_i = k_i$. نتیجه سودمند دیگر از این هم‌ارزی به این احتمال مرتبط است که پیمایش گر خریدار از یک حالت ناپایداری شروع کند که با حالت جذب‌شونده خاصی به پایان برسد:

$$\gamma = \Lambda \hat{w} = L' \hat{w} = (\hat{w} L)' = U' \quad (9)$$

که دومین مساوی برپایه معادله (۷) است. جزء γ_{ij} احتمال اینکه پیمایش‌گر خریدار از حالت ناپایدار، صنعت i در حالت جذب‌شونده، عرضه‌کننده ارزش افزوده مربوط به صنعت j به پایان می‌رسد را اندازه‌گیری می‌کند. شایان ذکر است که $\gamma = U'$ و $\gamma_{ij} = U_{ji}$ در نهایت وقتی که زمان به سمت بی‌نهایت میل کند، پیمایش‌گر تصادفی خریدار با قطعیت جذب شده است. به راحتی قابل مشاهده است که:

$$\gamma_1 = 1 \quad (10)$$

بنابراین تا اینجا تشابه بین نتایج اساسی دو رویکرد مشخص شده است.

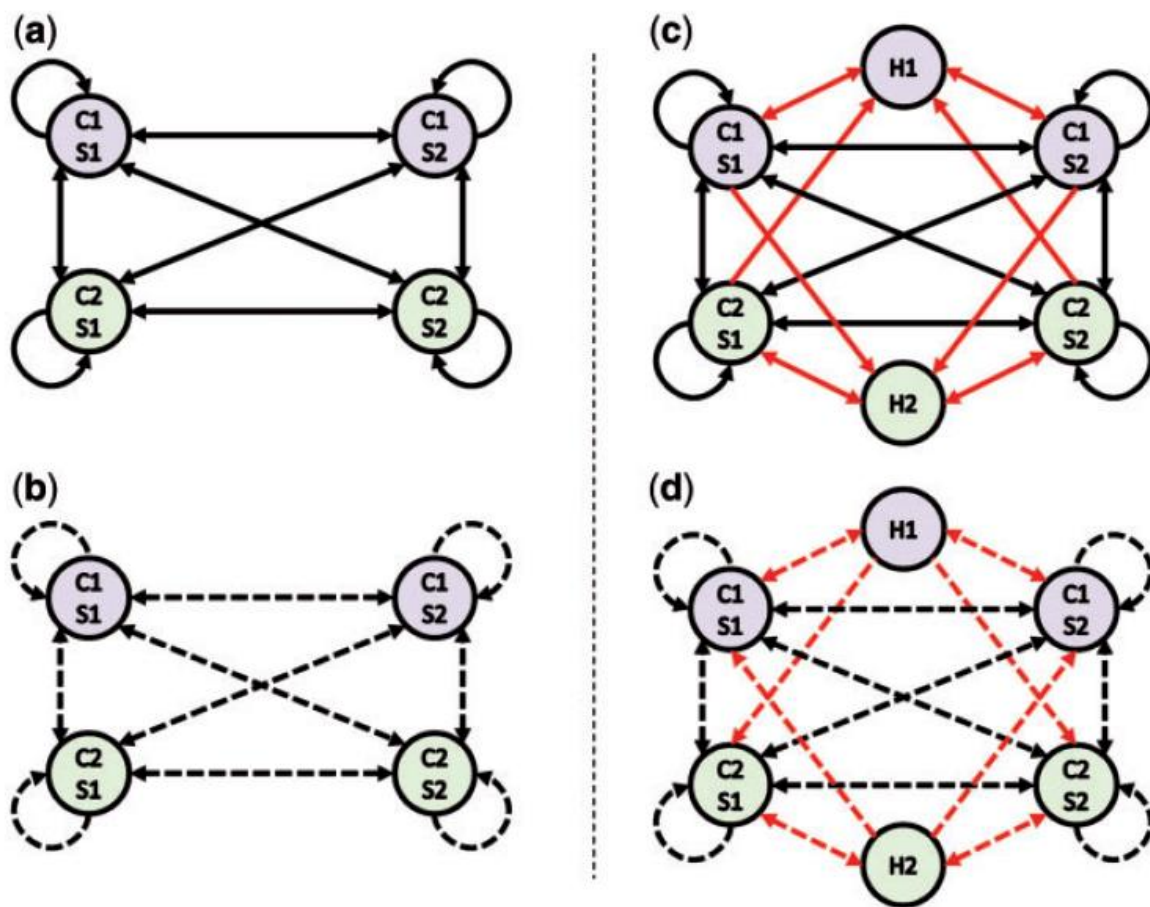
۲-۲- سیستم‌های داده-ستانده بسته به عنوان زنجیره‌های مارکوف متعارف

در این قسمت، سیستم داده-ستانده را به عنوان یک زنجیره مارکوف متعارف یعنی بدون حالت‌های جذبی می‌توان مدل‌سازی کرد. ساده‌ترین راه برای انجام این کار، کنار گذاشتن کامل اطلاعات برونزا مانند سهم ارزش افزوده و تقاضای نهایی، و محدود کردن تحلیل به روابط بین‌بخشی است (نگاه کنید به شکل ۷، پانل‌های سمت چپ). با این حال، این کار منجر به از دست رفتن بخشی از اطلاعات می‌شود که باید هنگام تفسیر نتایج تحلیل خوشه‌بندی در نظر گرفته شود.

راه جایگزین برای به دست آوردن یک زنجیره مارکوف متعارف، درون‌زا کردن اطلاعات برونزا از طریق «بستن» سیستم داده-ستانده است. این کار با در نظر گرفتن تقاضای نهایی به عنوان یک بخش دیگر (خانوار) انجام می‌شود؛ بخشی که کالا برای مصرف خریداری می‌کند و عوامل تولید نظیر نیروی کار را به سایر بخش‌ها عرضه می‌کند (از دیدگاه یک «نماینده فروش» تصادفی، این پیوند، جریان مواد از تقاضای نهایی به ارزش افزوده را برقرار می‌کند). از سوی دیگر، خانوار برای عرضه عوامل تولید (مانند نیروی کار) دستمزد دریافت کرده و درآمد خود را صرف خرید کالا از بخش‌ها می‌کند (از دیدگاه یک «عامل خرید» تصادفی، این پیوند، جریان پول از ارزش افزوده به تقاضای نهایی را نشان می‌دهد).

شایان ذکر است که تعریف دقیق‌تر از خانوار باید ترکیبی از خانوارها و دولت‌ها باشد؛ چرا که دولت‌ها نیز بازیگران مهمی هم در سمت ارزش افزوده (از طریق پرداخت‌ها و دستمزدهای دولتی) و هم در سمت تقاضای نهایی (از طریق سیاست‌های مالی) هستند. از آنجا که ارزش افزوده عمدتاً در داخل کشور تأمین می‌شود و سهم اندک ارزش افزوده که مستقیماً وارد تولید می‌شود، به طور قابل اتکایی در سطح بخشی قابل برآورد نیست، فرض می‌کنیم که ارزش افزوده کاملاً درونزا است. تقاضای نهایی ممکن است از طریق واردات برآورده شود، اما طبق قرارداد رایج در جدول‌های داده-ستانده جهانی، واردات به عنوان کالاهای واسطه‌ای در نظر گرفته می‌شوند، چرا که برای رسیدن به مصرف‌کننده نیاز به عبور از بخش توزیع دارند. بنابراین، ما برای هر کشور در سیستم داده-ستانده، یک بخش خانگی جداگانه معرفی می‌کنیم که به صورت داخلی با آن کشور مرتبط است.

شکل (۲۱): سیستم بسته‌ی داده-ستانده بدون خانوار (پنل‌های (الف) و (ب)) و با یک خانوار برای هر کشور



Source: Piccardi et al. (۲۰۱۷)

یادداشت: (پنل‌های (ج) و (د)) بالا: مدلسازی مسیر یک «فروشنده» در قالب حرکت تصادفی. پایین: مدلسازی مسیر یک «نماینده خرید» در قالب حرکت تصادفی.

شکل ۲۰ (پانل‌های سمت راست) یک سیستم داده-ستانده با دو کشور و دو بخش را نشان می‌دهد که توسط دو خانوار بسته شده‌اند (H_1 و H_2). پانل (c) بر دیدگاه جریان مواد استوار است و پانل (d) بر دیدگاه جریان پولی. توجه کنید که یال‌هایی که خانوارها را به کشور دیگر متصل می‌کنند، جهت‌دار (پیکان‌دار یک‌طرفه) هستند، چرا که یک خانوار فقط می‌تواند به کشور خود ارزش افزوده عرضه کند، که این مدل را واقع‌گرایانه‌تر می‌سازد. بر این اساس، و با توجه به دو روش ذکرشده برای تبدیل شبکه جهانی داده-ستانده به یک زنجیره مارکوف متعارف، چهار مشخصه از شبکه برای تشخیص خوشه‌ها در نظر گرفته می‌شود:

noH-SM: بدون خانوار، دیدگاه نماینده فروش (شکل ۷، پانل (a))

noH-PA: بدون خانوار، دیدگاه عامل خرید (شکل ۷، پانل (b))

H-SM: با خانوار، دیدگاه نماینده فروش (شکل ۷، پانل (c))

H-PA: با خانوار، دیدگاه عامل خرید (شکل ۷، پانل (d))

۳-۲- اجتماع یابی بر اساس زنجیره‌های مارکوف تجمیع شده^۱

در ادبیات تحلیل شبکه، «اجتماع» به زیر شبکه‌ای گفته می‌شود که ارتباطات درونی آن به طور نسبی قوی‌تر از ارتباطات آن با سایر بخش‌های شبکه باشد. بنابراین، یافتن اجتماعات در شبکه جهانی داده-ستاند به معنای شناسایی مجموعه‌هایی از کشورها/بخش‌هاست که به طور تنگاتنگی به یکدیگر متصل‌اند، یعنی دارای روابط اقتصادی ترجیحی هستند.

از میان روش‌های متعدد اجتماع یابی، در این مطالعه از روشی مبتنی بر زنجیره‌های مارکوف استفاده می‌شود تا با رویکرد مدل‌سازی مطالعه-که بر معادل‌سازی بین مدل‌های داده-ستانده و مسیرهای تصادفی مبتنی است-سازگار باشد. در دهه گذشته، چندین روش مبتنی بر زنجیره‌های مارکوف برای اجتماع یابی پیشنهاد شده‌اند از جمله Walktrap، اینفو مپ، پایداری مارکوف، Linkrank و روش‌هایی مبتنی بر رتبه صفحه شخصی‌سازی شده می‌باشند. در این مطالعه، از رویکرد "زنجیره مارکوف تجمیع شده" استفاده می‌شود که این مزایا را دارد:

- به کاربر اجازه می‌دهد سطح دلخواهی از انسجام درونی اجتماع‌ها را انتخاب کند؛
 - برای هر اجتماع، معیاری از کیفیت ارائه می‌دهد؛
 - امکان ارزیابی انسجام درونی زیر شبکه‌های از پیش تعریف شده (مانند کشورها یا بخش‌ها) را فراهم می‌سازد.
- همان‌طور که گفته شد، پویایی مسیرهای تصادفی در شبکه با یک زنجیره مارکوف متعارف مدل‌سازی می‌شود. با داشتن یک افراز شبکه (یعنی مجموعه‌ای از اجتماعات بدون هم‌پوشانی)، می‌توانیم پویایی زنجیره مارکوف را به صورت یک زنجیره مارکوف تجمیع شده توصیف کنیم. در این مدل ساده شده، هر حالت متناظر با یک اجتماع است نه یک گره منفرد، و احتمال‌های گذار بین این حالت‌های تجمیع شده، حرکت مسیر تصادفی بین اجتماع‌ها را توصیف می‌کنند.
- در میان این احتمال‌های گذار، تمرکز بر "احتمال پایداری" یا PP^2 خواهد بود-یعنی احتمال این که مسیر تصادفی در همان اجتماع (یا گره تجمیع شده) که در حال حاضر در آن قرار دارد-باقی بماند. واضح است که مقدار بزرگ PP نشان‌دهنده انسجام درونی قوی است و بنابراین، به عنوان شاخصی برای یک اجتماع معنادار در نظر گرفته می‌شود. در ادامه، روش‌شناسی را به طور خلاصه مرور می‌گرد...

شبکه‌ای با گره $N = \{1, 2, \dots, N\}$ و L یال در نظر بگیرید. در یک حالت عمومی، شبکه جهت‌دار^۳ و وزن‌دار^۴ است. ما ماتریس $W = [w_{ij}]$ را با ابعاد $N \times N$ در حالتی که $w_{ij} \geq 0$ است و وزن یال‌ها $i \rightarrow j$ است، در نظر می‌گیریم. همچنین ماتریس ارتباط یا

^۱ Lumped Markov Chains

^۲ Persistence Probabilities

^۳ Directed

^۴ Weighted

اتصال^۱ را به صورت $A = [a_{ij}]$ تعریف می‌کنیم. این ماتریس، یک ماتریس دودویی^۲ است. قاعده این ماتریس نیز بدین سان است که $a_{ij} = 1$ مشروط بر اینکه $w_{ij} > 0$. به صورت طبیعی فرض بر اتصال قوی اجزای شبکه بایکدیگر است؛ یعنی همواره میان i و j یک مسیر جهت دار وجود دارد. اگر به این نحو نباشد، یعنی شبکه قطع شده و باید هر مولفه متصل را به نحو جداگانه‌ای تحلیل کرد. با فرض جهت‌داری شبکه، به ازای هر گره i ، درجه^۳ تعریف می‌کنیم. بیان ریاضی این درجه به صورت $K_i = k_i^{in} + k_i^{out}$ است. میانگین درجه درون، بیرون و کل قدرت گره i شبکه جهت‌دار نیز $s_i^{in} = \sum_j w_{ji}$ ، $s_i^{out} = \sum_j w_{ij}$ و $s_i = s_i^{in} + s_i^{out}$ است. همچنین مجموع وزن شبکه نیز $S = \sum_{ij} w_{ij}$ حاصل می‌شود. احتمال‌های گذار مسیر تصادفی به صورت استاندارد به شکل زیر تعریف می‌شوند:

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

یعنی مسیر تصادفی‌ای که در گره i قرار دارد، یکی از یال‌های خروجی را با احتمالی متناسب با وزن آن انتخاب می‌کند. در مورد ما، از ماتریس مبادلات Z به عنوان ماتریس وزن استفاده می‌شود (برای مشخصات H-PA و H-SM همچنین به اطلاعات بردار نهایی تقاضا f و ارزش افزوده v نیاز است). توجه داشته باشید که استفاده از p_{ij} معادل است با حرکت از مقادیر مطلق تجارت به سمت مقادیر نسبی، زیرا جریان $i \rightarrow j$ اکنون بر اساس کل جریان خروجی از بخش i نرمال‌سازی می‌شود. پیامد این موضوع آن است که اجتماعات لزوماً متشکل از گروه‌هایی از بخش‌ها با جریان‌های بزرگ (از نظر مقدار مطلق) نخواهند بود، بلکه از بخش‌هایی تشکیل می‌شوند که دارای شراکت ترجیحی هستند. یعنی جریان‌های آن‌ها از لحاظ نسبی مهم‌اند.

مقدار p_{ij} احتمال آن است که پیمایش‌گر تصادفی حاضر در گره i به گره j سر بزند. $\pi_{i,t}$ نیز احتمال حضور در گره i در زمان t است. ماتریس انتقال $P = [p_{ij}]$ نیز ماتریس سطری-تصادفی (یا؛ مارکوفی) است. علاوه بر این، اگر شبکه متصل باشد، p غیر قابل کاهش است. این بدین معنا است که $\pi = \pi P$ یک راه‌حل یکتا π دارد و همیشه مثبت است. بررسی π برای شبکه‌های بی‌جهت^۴ نسبت به شبکه‌های جهت دار راحت است؛ زیرا شکل عمومی از آن وجود ندارد و π باید به نحو عددی محاسبه شود.

بگذارید π_i احتمال بازدید از گره i در بلندمدت باشد، یا به عبارت دیگر، کسری از زمان‌هایی که در یک مسیر تصادفی بی‌نهایت طولانی در گره i صرف می‌شود. در زنجیره‌های مارکوف متعارف، این مقدار برای تمام آن‌ها به خوبی تعریف شده و مثبت است. حال اگر یک زیرشبکه S را در نظر بگیریم (مثلاً یک اجتماع پیشنهادی)، می‌توان نشان داد که احتمال پایداری آن یعنی α_S ، که برابر است با احتمال این که یک مسیر تصادفی که اکنون در یکی از حالت‌های S قرار دارد، در گام بعدی نیز در همان اجتماع S باقی بماند، به صورت زیر داده می‌شود:

$$\alpha_S = \sum_{i \in S} \frac{\pi_i}{\pi_S} \sum_{j \in S} \frac{w_{ij}}{\sum_h w_{ih}}$$

^۱ Connectivity Matrix

^۲ Binary Matrix

^۳ Degree

^۴ Undirected

که در آن $\Pi_S = \sum_{i \in S} \pi_i$ است. این بدان معناست که α_s (یک میانگین وزنی) در واقع یک ترکیب کوژ^۱ از نسبت‌هایی است که گره‌های اجتماع S (در مورد شبکه جهانی داده-ستانده، این گره‌ها جفت کشور/بخش هستند) از جریان‌های خروجی خود را به درون همان اجتماع هدایت می‌کنند.

ما $\mathbb{P}_q$ را به عنوان یک افراز از $\mathbb{N}$ در q زیرمجموعه (یا زیرشبکه) نشان می‌دهیم. به عبارت دیگر $\mathbb{P}_q = \{\mathbb{C}_1, \mathbb{C}_2, \dots, \mathbb{C}_q\}$ با $\mathbb{C}_c \cap \mathbb{C}_d = \emptyset$ برای همه c و d . همچنین زیرشبکه $\mathbb{C}_c$ به عنوان یک جامعه (منتخب) یا خوشه نامیده می‌شود. تعریف یک افراز $\mathbb{P}_q$ ، یک شبکه متا با q حالت که جوامع به متا گره تبدیل می‌شوند ایجاد می‌کند. توصیف دقیق پویایی‌های پیمایش گر تصادفی در این مقیاس بوسیله زنجیره مارکوف تجمیعی صورت می‌گیرد. هرچند در نمونه‌های خاص ممکن است مقدور نباشد. درواقع به صورت عمومی خصایص مارکوفی حفظ نمی‌شود. با وجود چنین محدودیتی، یک زنجیره مارکوف با q حالت می‌تواند به این صورت تعریف شود که به درستی پیمایش گر تصادفی را در سطح تجمیعی توصیف می‌کند. وضعیتی که در آن فرایند تصادفی بدست آمده از توزیع مانای π شروع شود. این زنجیره مارکوف تجمیعی نیز برپایه ماتریس سطری-تصادفی با ابعاد $q \times q$ قابل تعریف است

$$U = [\text{diag}(\pi H)]^{-1} H' \text{diag}(\pi) P H, \quad (11)$$

که H (ماتریس تجمیع^۲)، ماتریس دودویی با ابعاد $N \times q$ است که افراز $\mathbb{P}_q$ را کد می‌کند. به نحوی که فقره^۳ h_{ic} برابر ۱ است اگر تنها و اگر گره $i \in \mathbb{C}_c$ باشد. زنجیره مارکوف تجمیعی $\Pi_{t+1} = \Pi_t U$ توزیع مانا را با نسخه اصلی که به مناسبتی تجمیع شده است، به اشتراک می‌گذارد. به عبارت دیگر $\Pi = \pi H$ معادله $\Pi = \Pi U$ را تأمین می‌کند. بالعکس آن نیز، از π دلخواه شروع می‌کند. در این صورت زنجیره مارکوف تجمیعی $\Pi_{t+1} = \Pi_t U$ از $\Pi_0 = \pi$ شروع می‌شود.

توانایی زنجیره مارکوف تجمیعی در توصیف پویایی‌های پیمایش تصادفی فقط در حالت مانا محدودیتی برای رسیدن به اهداف نخواهد داشت. به این نکته بایستی توجه کرد که فقره u_{cd} از U ، احتمالی است که پیمایش گر تصادفی در زمان $t+1$ در هر یک از گره‌های جامعه d باشد. مشروط بر آنکه در زمان t در هر یک از گره‌های جامعه c حضور پیدا کند. ما «احتمال ماندگاری» جامعه c را به صورت u_{cc} طرح می‌کنیم. مقادیر بالای u_{cc} بیانگر معناداری جوامع است. همچنین، زمان گذار انتظاری از $\mathbb{C}_c$ نیز برابر با:

$$\tau_c = (1 - u_{cc})^{-1}$$

مبتنی بر متغیر τ_c ، اگر وزن لبه‌های داخلی نسبت به لبه‌های بیرونی نسبتاً بزرگ باشد، پیمایش گر مدت زیادی را در یک جامعه سپری می‌کند. مقادیر بزرگ برای α_s برای اجتماعات معنادار مورد انتظار است، زیرا وزن یال‌های داخلی آن‌ها در مقایسه با یال‌هایی که به بیرون اشاره دارند، بیشتر است. برای مثال، $\alpha_s = 0.5$ بیان می‌کند که به طور متوسط (با در نظر گرفتن وزن)، گره‌های اجتماع S نیمی از جریان خروجی خود را در داخل همان اجتماع هدایت می‌کنند و نیمی دیگر را به سایر بخش‌های شبکه هدایت می‌کند. مقدار $\alpha_s = 0.5$ می‌تواند به عنوان یک آستانه پایه‌ای برای معناداری استفاده شود؛ مشابه آن‌چه در ادبیات تجارت به کار رفته که

^۱ convex combination

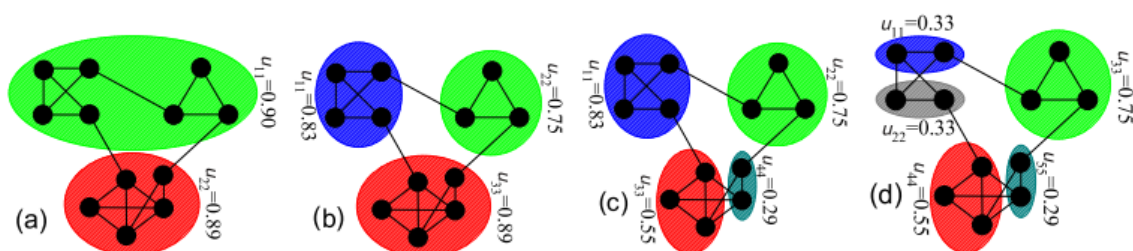
^۲ Collecting matrix

^۳ entry

میانگین نرمال شده ارزش تجارت برای هر کشور را به عنوان آستانه در نظر گرفته‌اند. همچنین به راحتی می‌توان نشان داد که در حالت بدون جهت و بدون وزن، شرط $\alpha_s \geq 0.5$ معادل با تعریف شناخته شده‌ی «اجتماع» طبق رادیکی و همکاران^۱ است. احتمال پایداری α_s امکان ارزیابی معناداری یک زیر شبکه از پیش تعریف شده (مثلاً مجموعه‌ای از بخش‌های یک کشور معین) را فراهم می‌کند- تا بررسی شود آیا واقعاً مجموعه‌ای همبسته از گره‌ها را تشکیل می‌دهد یا نه. اما این معیار همچنین ابزاری ارزشمند برای شناسایی درون‌زای اجتماعات به مفهوم استخراج یک تقسیم‌بندی از شبکه متشکل از اجتماعات معنادار نیز هست. برای این منظور، نیاز به یک راهبرد برای تولید تقسیم‌بندی‌های معنادار داریم و از یک روش خوشه‌بندی گراف استفاده می‌شود که بار دیگر بر اساس پویایی‌های مسیر تصادفی بنا شده است.

۱-۳-۲- آزمون جوامع^۲

آزمون کیفیت افرازهای داده شده، ساده‌ترین کارکرد احتمال ماندگاری است. افراز می‌تواند خروجی روش اجتماع‌یابی (مثلاً روش بیشینه پیمائگی) باشد یا برپایه یک تقسیم از قبل تعیین شده حاصل شود (مثلاً کشورهای یک قاره در یک شبکه مالی یا دانش‌آموزان یک کلاس در مدرسه). با محاسبه $u_{cc} - s$ برپایه معادله (۱۱)، کیفیت هر جامعه و همه افرازاها کمی می‌شود. به عنوان مثال شبکه ۱۲ گره‌ای ارائه شده در نمایه ذیل را در نظر بگیرید. این شبکه به صورت هدفمند متشکل از سه خوشه است. چهار افراز در نظر گرفته و به تقسیم‌های ریزتر منطبق شده است. همچنین برای هر کدام از جامعه‌های منتخب، $u_{cc} - s$ محاسبه شده است. مادامی که جوامع با خوشه‌های طبیعی مقارن باشند یا با اتحاد دو خوشه مطابقت داشته باشند، همه $u_{cc} - s$ به نسبت بزرگ باقی می‌مانند. اما به محض اینکه جامعه طبیعی بشکند، احتمال‌های ماندگاری بسیار پایین ظاهر می‌شود. مثلاً اگر سطح کیفی روی $\alpha = 0.5$ استوار شود، فقط برای افراز یکم و دوم چنین است که شرط $u_{cc} \geq \alpha$ برای همه‌ها برقرار است و می‌توان آن‌ها را α -جوامع خواند. اما حتی اگر افراز سوم و چهارم نتوانند چنین شرطی را برآورده کنند، با این حال ناظر به برخی از خوشه‌های آن‌ها می‌توان به صورت جداگانه ذیل α -جوامع طبقه‌بندی کرد.



^۱ Radicchi, F., Castellano, C., Cecconi, F., Loreto, V. & Parisi, D. (۲۰۰۴)

^۲ Testing Community

در این شکل چهار افزای متفاوت (با افزایش تعداد q جوامع) از یک شبکه. احتمال ماندگاری مادامی که شبکه به جوامع طبیعی افزای می‌شود، بالاست. با گذار از b به c و از c به d ، احتمال ماندگاری جوامع به یک باره می‌شکند و افت پیدا می‌کند. این مهم در معناداری جوامع نقش بسزایی دارد.

برپایه معادله (۱۱)، می‌توان تعریف صریحی از احتمال ماندگاری u_{cc} از خوشه $\mathbb{C}_c$ ارائه داد:

$$u_{cc} = \frac{\sum_{i \in \mathbb{C}_c} \pi_i p_{ij}}{\sum_{i \in \mathbb{C}_c} \pi_i} \quad (12)$$

که $\sum_{i \in \mathbb{C}_c} \pi_i p_{ij}$ بخشی از زمانی است که پیمایش گر تصادفی روی یال‌های داخلی $\mathbb{C}_c$ سپری می‌کند. بنابراین u_{cc} ، نسبت میان قسمت اخیر و بخشی از زمانی است که روی گره‌های u_{cc} سپری می‌شود (Y, SW, & H, ۲۰۱۰)

۲-۳-۲- یافتن جوامع^۱

در زیربخش آزمون جوامع، از احتمال ماندگاری برای آزمون افزایش‌های معین به تفکیک جوامع‌شان استفاده شد. در این زیربخش، اضافه بر آن، می‌خواهیم تحلیل کنیم چگونه می‌شود از احتمال ماندگاری برای اجتماع‌یابی استفاده کرد. به بیان دیگر چگونه افرازاها از جوامعی معناداری که تشکیل شده‌اند نشأت گرفته است.

نقطه آغازین، تعریف سطح مطلوب برای کیفیت پارامتر α است. به عنوان مثال طی مطالعه کیم و همکاران (۲۰۱۸)، برای شبکه‌های غیرجهت‌دار و بی‌وزن، شرط $u_{cc} \geq \alpha = 0.5$ برای همه c ها با لازم داشتن افزایش‌هایی متشکل از جوامع ضعیف برابر است. اما تحلیل گر شبکه می‌تواند محدودیت بیشتر اعمال کند؛ یعنی سطح معنی‌داری بیشتر ($0.5 < \alpha < 1$) یا کمتری ($0 < \alpha < 0.5$) ایجاب کند.

در حالت عمومی، به ازای هر α داده شده، مجموعه بزرگی از α -افراز وجود دارد؛ یعنی برای تمام c ها (مثلاً افراز بدیهی $\mathbb{P}_1 = \{N\}$)، شرط $u_{cc} \geq \alpha$ برقرار است. معمولاً برای جوامع کوچک اما معنادار جست‌وجو روی می‌دهد تا شبکه به نحو اثرگذاری تجزیه شود. بنابراین می‌تونیم مسئله اجتماع‌یابی را به صورت ذیل به نحوی دقیق فرمول‌بندی کنیم:

$$\max_{\mathbb{P}_q \in \mathcal{P}} q \text{ subject to } u_{cc} \geq \alpha, \quad c = 1, 2, \dots, q,$$

که p بیانگر مجموعه همه‌ی افرازاها است. به این نکته باید توجه شود که قید (یا؛ مسئله) مشخص شده فوق، برای هیچ مقدار معین α تهی نیست؛ زیرا مثلاً در افراز بدیهی $\mathbb{P}_1 = \{N\}$ ، u_{11} برابر ۱ است. در حالت عمومی، راه‌حل بهینه منحصر به فرد نیست. اگر $q = \bar{q}$ به حالت بیشینه خود برسد، آنگاه ممکن است تعداد زیادی $\mathbb{P}_{\bar{q}}$ که α -افراز هستند، وجود داشته باشد.

البته تحلیل خصایص نظری مسئله اشاره شده فراتر از این مطالعه است. در عوض، رویکرد ابتکاری برای یافتن راه‌حلی تقریباً بهینه برای حل این مسئله می‌تواند به نحو راحت‌تری حاصل شود. این رویکرد ابتکاری با مقید و محدود کردن بهینه‌سازی به یک زیرمجموعه بسیار کوچک‌تر $\mathcal{P}^* \subset \mathcal{P}$ به وسیله مولد افرازاها حاصل شده است؛ یعنی الگوریتمی که مجموعه‌ای از افرازاها

^۱ Finding Community

$\mathbb{P}', \mathbb{P}'', \dots$ نتیجه می‌دهد. مجموعه‌ای که کاندید خوبی برای اجتماع‌یابی است. به این ترتیب، مسئله مذکور با برداشتن α -افرازاها درون $\mathcal{P}^*$ و انتخاب یکی از آن با بزرگ‌ترین q به آسانی حل شد. در ادامه این مطالعه، با در نظر گرفتن یک تغییر دیگر از این رویه بهره می‌گیریم. این تغییر در استفاده از یک رویکرد قابل کنترل است؛ زیرا همانطور که بیان شد، روش غیرنظارت‌شده با یک مقدار معینی از α پی گرفته شده بود. در این رویکرد قابل کنترل، ابتدا مجموعه‌ای افرازاها را معنادار تولید می‌شود. سپس به طور مقایسه‌ای، کیفیت هر کدام از آن‌ها ارزیابی می‌شود. در نهایت بهترین افراز گزینش می‌شود. با این کار، به نحو ضمنی مقدار α تعیین می‌شود.

روش‌های مختلفی برای استخراج افرازاها از شبکه‌ای که به لحاظ تحلیل شبکه معنادار است، بررسی و پیشنهاد شده است^۱ همه‌ی آن‌ها در این چارچوب بیان شده قابل اجرا است. در این مطالعه تمرکز اساسی بر استفاده از روشی مبتنی بر تحلیل خوشه‌ای^۲ و سازگار با مدل پیمایش تصادفی معرفی شده است.

می‌توان از تحلیل خوشه‌ای برای گروه‌بندی «گره‌های مشابه» در جوامع منتخب استفاده کرد. اما این مهم به تعریف معنادار فاصله همسانی^۳ در میان هر جفت از گره‌ها نیازمند است. چنین تعریفی به هیچ وجه بدیهی نیست. از میان پیشنهادها^۴ متعدد، تعداد کمی از آن‌ها از پیمایش تصادفی برای محاسبه اندازه همسانی مناسب استفاده کردند^۵. در این مطالعه به جای اجرای صریح پیمایش تصادفی مبتنی بر روش مونت کارلو^۶، رویکرد دیگری مدنظر قرار می‌دهیم. در این رویکرد، رفتار جهانی حرکت از هر گره i تعداد زیادی از M پیمایش گر (همچون یک ناوگان) به طور تحلیلی استخراج می‌شود.

تعداد زیادی از M که تکرار آغاز پیمایش تصادفی از گره i است، در نظر می‌گیریم. برای هر تکرار، احتمال آن که پیمایش گر تصادفی در z پس از t گام قرار بگیرد برابر با $[P^t]_{ij}$ است. بنابراین، اگر M پیمایش‌های تصادفی خط زمانی T از محل i اجرا شده باشد، تعداد ملاقات انتظاری در z در هر بازه زمانی t در $1 \leq t \leq T$ برابر است با $\sum_{t=1}^T [P^t]_{ij}$. با اجرای عملیات میانگین بر حسب M ، می‌توان همسانی تقارنی تحت عنوان σ_{ij} ارائه داد. σ_{ij} بدین صورت تعریف می‌شود:

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ji} = \sum_{t=1}^T ([P^t]_{ij} + [P^t]_{ji}). \quad (۱۳)$$

به این نکته باید توجه شود که این معادله از حیث مفهومی با رویکرد صریح پیمایش تصادفی هم‌ارز است. اما به صورت قراردادی تکرار تعداد زیادی از M از هر گره شروع می‌شود به جای آنکه تنها یک بار اجرا شود. نکته قابل توجه این است که نتایج بر وقوع

^۱ Flake, Lawrence, Giles, & Coetzee, ۲۰۱۰

^۲ Cluster Analysis

^۳ Similarity Distance

^۴ Flake, Lawrence, Giles, & Coetzee, ۲۰۱۰

^۵ Zhou, ۲۰۱۳.

^۶ Monte Carlo Fashion

تصادفی حقیقی پیمایش تصادفی استوار نیست. پس از مباحث ارائه شده، می‌توان در آخر نیز فاصله^۱ $d_{ij} = d_{ji}$ میان گره‌های (i, j) را به وسیله مکمل کردن همسانی و هنجارسازی^۲ نتایج میان ۰ و ۱ تعریف کرد:

$$d_{ij} = d_{ji} = 1 - \frac{\sigma_{ij} - \min \sigma_{ij}}{\max \sigma_{ij} - \min \sigma_{ij}} \quad (۱۴)$$

پایه و بنیان تعریف σ_{ij} و d_{ij} نسبت‌دهی گره‌های (i, j) با همسانی زیادی است. اگر تعداد زیادی پیمایش تصادفی که از i حرکت خود را آغاز کنند، در بازه زمانی بسیار کوچک T ، تعداد قابل توجهی ملاقات از j برقرار می‌شود. به عبارت دیگر، همسانی زیاد به این معنی است که در یک زیرشبکه، پیمایش‌گر تصادفی احتمال زیادی دارد که برای مدت طولانی درون آن باقی بماند قبل از اینکه به گروه دیگری برود. این تعریف با مفهوم α -جوامع نیز سازگار است.

منطق تعریف شباهت σ_{ij} و فاصله d_{ij} این است که به گره‌های (j, i) شباهت زیادی داده شود اگر تعداد زیادی از گام‌های تصادفی که از i شروع می‌شوند، تعداد زیادی بازدید از j (و برعکس) در یک افق زمانی به قدر کافی کوتاه و مشخص T داشته باشند. بنابراین، گره‌های (j, i) زمانی مشابه در نظر گرفته می‌شوند که شروع از i منجر به احتمال بالای بازدید از j در چند گام ابتدایی شود و بالعکس.

سپس از یک روش خوشه‌بندی تجمعی سلسله‌مراتبی استاندارد استفاده می‌شود تا امکان وجود اجتماعات بررسی شود. به طور دقیق‌تر، یک درخت خوشه‌ای دودویی (دندروگرام^۳) محاسبه می‌شود، به طوری که در ابتدا n گروه ایجاد می‌شود که هر کدام فقط شامل یک گره هستند و سپس دو گروه با حداقل فاصله به صورت تکراری با هم ادغام می‌شوند.

انتخاب خط زمانی T به صورت بالقوه بحرانی است. تحلیل خوشه‌ای، درخت سلسله‌مراتبی^۴ (نمایش نموداری آن در قالب دندروگرام^۵ صورت می‌گیرد) برای هر خط زمانی T ایجاد می‌کند، که انتخاب آن غیر تکراری است. در انتهای دو کرانه، با تعیین $T=1$ ، جفت گره‌هایی که منتخب همسانی غیر صفر به جفت‌های همسایه هستند، محدود می‌شوند. در حالی که مقادیر بزرگ‌تر T به همسانی برابر هر گره با هر گره دیگر تمایل دارند. نکته قابل توجه در این باره، دستیابی به معیاری مهم برای گزینش موثر T است. این معیار به نحو تجربی و برپایه بیشینه‌سازی ضریب همبستگی کوفنیتیک^۶، C ، بدست می‌آید. ضریبی که به عنوان همبستگی خطی میان فاصله‌ها d_{ij} و فاصله‌های کوفنیتیک c_{ij} تعریف می‌شود. فاصله‌های کوفنیتیک c_{ij} ، محصول تحلیل خوشه‌ای سلسله‌مراتبی است. بحث در این رابطه می‌توان بدین صورت بیان کرد: برای هر جفت گره (i, j) ، فاصله کوفنیتیک c_{ij} ، ارتفاع پیوندی

^۱ Distance

^۲ Normalizing

^۳ dendrogram

^۴ Hierarchical tree

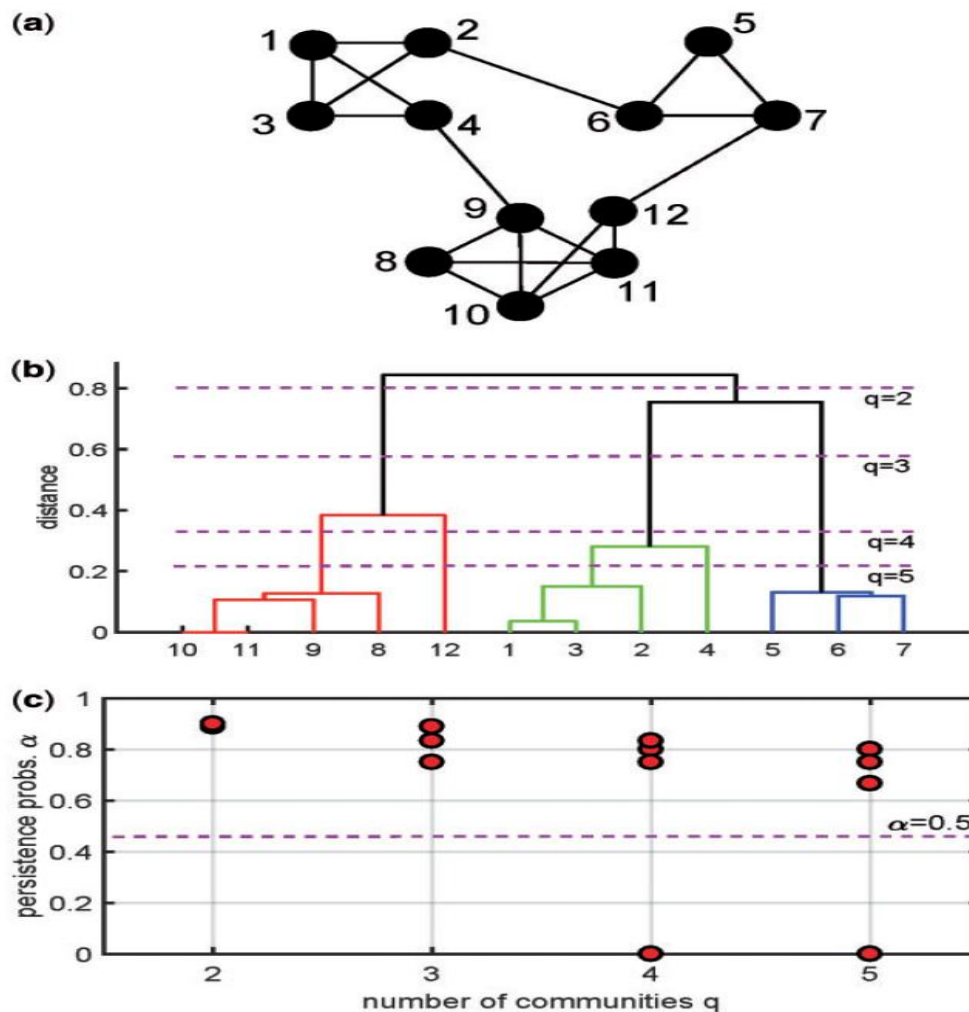
^۵ Dendrogram

^۶ Cophentic correlation coefficient

است که گره‌های (i, j) را در دندروگرام به یکدیگر وصل می‌کند. مقدار C نیز عموماً برای ارزیابی اینکه آیا فاصله مورد استفاده d_{ij} خوشه‌بندی موثری را ایجاد می‌کند، استفاده می‌شود. بایستی به این نکته اشاره شود که C کل دندروگرام را ارزیابی می‌کند. البته در برخی موارد خاص محدودیت‌هایی برقرار است که از این بحث خارج است.

روش اجتماع یابی در شکل ۸ برای یک شبکه نمونه با ۱۲ گره (پنل (a)) خلاصه شده است. تحلیل خوشه‌ای تجمعی بر اساس فاصله تعریف شده (فرمول ۱۲) منجر به یک دندروگرام دودویی می‌شود (پنل (b)). برش‌های افقی از بالا به پایین دندروگرام، دنباله‌ای از تقسیم‌بندی‌ها را تعریف می‌کنند که به ترتیب شامل ۲، ۳، ...، q ، ... اجتماع هستند. برای هر تقسیم‌بندی، احتمال پایداری (فرمول ۱۲) برای q اجتماع محاسبه می‌شود (پنل (c)) و در نهایت، تقسیم‌بندی انتخاب شده آنی است که بیشترین q را دارد به شرطی که همه اجتماعات، انسجامی بالاتر از آستانه داده شده داشته باشند، برای مثال $\alpha_c \geq 0.5$ برای همه c ها.

شکل (۲۲): خلاصه‌ای از روند اجتماع یابی. برای شبکه‌ی ساده‌ی ۱۲-گره‌ی.



یادداشت: در پنل (الف)، برش‌های متوالی از درخت دندروگرام در پنل (ب)، مجموعه‌ای از افزایش‌ها را با تعداد زیرشبکه‌های $q=2, 3, \dots$ تعریف می‌کنند. جزئی‌ترین افزایش (بیشترین مقدار q) که در آن تمام مقادیر PP برای هر جامعه $\alpha_c \geq 0.5$ باشند، مربوط به $q=3$ است.

به عبارت دیگر، ما ریزترین تقسیم‌بندی (بیشترین q) را انتخاب می‌کنیم که سطح معناداری مشخص شده‌ای را برای همه اجتماعات تضمین کند. از شکل ۸ درک می‌شود که اگر مقدار آستانه α بالاتری تنظیم شود، تعداد اجتماعات کاهش می‌یابد چون به دلیل ماهیت سلسله‌مراتبی، خوشه‌ها با هم ادغام می‌شوند. بنابراین، تنظیم آستانه α معادل با حرکت در درخت سلسله‌مراتبی به سوی تقسیم‌بندی‌های ریزتر یا درشت‌تر است.

در مطالعه پیکاردی (۲۰۱۱)، این روش به‌طور گسترده‌ای روی شبکه‌های واقعی و شبکه‌های مرجع (شامل کلاس‌های مختلفی از معیارهای LFR) آزمایش شده است. مشخص شده که این روش از روش ماکزیمم ماژولاریتی منعطف‌تر و اطلاعاتی‌تر است، و در شناسایی تقسیم‌بندی‌های معنادار، به‌ویژه در حالتی که ماژولاریتی حساسیت کمی دارد (یعنی مقدار ماژولاریتی تقریباً یکسانی به چندین تقسیم‌بندی مختلف اختصاص می‌یابد)، عملکرد پایدارتری دارد، خصوصاً زمانی که اجتماعات کوچک باید شناسایی شوند.

پیوست ۲: نحوه ادغام فعالیت‌های اقتصادی سال ۲۰۱۶

ردیف	کد نهایی	زیرفعالیت‌ها	کد
۱	D۰۱T۰۳	کشاورزی و جنگلداری	D۰۱T۰۲
		ماهیگیری و آبی‌پروری	D۰۳
۲	D۰۵T۰۹	استخراج نفت خام و گاز طبیعی و معدن	D۰۵T۰۶
		استخراج کانه‌های فلزی و سایر معادن	D۰۷T۰۸
		فعالیت‌های خدمات پشتیبانی استخراج معادن	D۰۹
۳	D۱۰T۱۲	تولید فرآورده‌های غذایی، انواع آشامیدنی‌ها و توتون و تنباکو	D۱۰T۱۲
۴	D۱۳T۱۵	تولید منسوجات، پوشاک، چرم و فرآورده‌های وابسته	D۱۳T۱۵
۵	D۱۶	تولید چوب و فرآورده‌های چوب و چوب پنبه - بجز مبلمان - ساخت کالا از حصیر و مواد حصیربافی	D۱۶
۶	D۱۷T۱۸	تولید کاغذ و فرآورده‌های کاغذی، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	D۱۷T۱۸
۷	D۱۹T۲۲	تولید کک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت	D۱۹
		تولید مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی	D۲۰
		تولید داروها و فرآورده‌های دارویی شیمیایی و گیاهی	D۲۱
		تولید فرآورده‌های لاستیکی و پلاستیکی	D۲۲
۸	D۲۳	تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی	D۲۳
۹	D۲۴	تولید فلزات پایه	D۲۴
۱۰	D۲۵T۳۰	تولید محصولات فلزی ساخته شده به جز ماشین‌آلات و تجهیزات	D۲۵
		ساخت محصولات رایانه‌ای، الکترونیکی و نوری	D۲۶
		تولید تجهیزات برقی	D۲۷
		تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	D۲۸
		تولید وسایل نقلیه موتور، تریلر و نیم‌تریلر	D۲۹
		تولید سایر تجهیزات حمل و نقل	D۳۰
		تولید مبلمان، سایر مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر و تعمیر و نصب ماشین‌آلات و تجهیزات	D۳۱T۳۳
		تامین برق، گاز، بخار و تهویه هوا	D۳۵
	D۳۵T۳۹		

D۳۶T۳۹	جمع‌آوری، تصفیه و تامین آب، دفع پسماند، فاضلاب و بازیافت مواد		
D۴۱T۴۳	ساختمان	D۴۱T۴۳	۱۲
D۴۵T۴۷	عمده‌فروشی و خرده‌فروشی؛ تعمیر وسایل نقلیه موتوری و موتورسیکلت	D۴۵T۴۷	۱۳
D۵۵T۵۶	خدمات هتل و رستوران		
D۴۹	حمل‌ونقل زمینی و حمل و نقل از طریق خط لوله	D۴۹T۵۲	۱۴
D۵۰	حمل‌ونقل آبی		
D۵۱	حمل‌ونقل هوایی		
D۵۲	انبارداری و فعالیت‌های پشتیبانی حمل و نقل		
D۵۳	پست و پیک	D۵۳T۶۳	۱۵
D۶۱	مخابرات		
D۵۸T۶۰	اطلاعات (فعالیت‌های انتشاراتی، تولید فیلم و برنامه رادیو و تلویزیون)		
D۶۲T۶۳	فعالیت‌های خدمات اطلاع‌رسانی و مشاوره و فعالیت‌های مربوط به رایانه		
D۶۴T۶۶	خدمات مالی، بیمه و فعالیت جانبی مرتبط	D۶۴T۶۶	۱۶
D۸۵	آموزش	D۸۵	۱۷
D۸۶T۸۸	بهداشت و مددکاری اجتماعی	D۸۶T۸۸	۱۸
D۶۸	املاک و مستغلات	D۶۸T۹۶	۱۹
D۶۹T۷۵	فعالیت‌های حرفه‌ای، علمی و فنی		
D۷۷T۸۲	فعالیت‌های اداری و خدمات پشتیبانی		
D۸۴	اداره امور عمومی و دفاع؛ تامین اجتماعی اجباری		
D۹۰T۹۳	هنر، سرگرمی و تفریح		
D۹۴T۹۶	سایر فعالیت‌های خدماتی		

پیوست ۳: فهرست نهادهای و کشورهای عضو

اعضا (نمونه‌ای از مهم‌ترین کشورها)	نهاد
آمریکا، کانادا، ژاپن، کره، استرالیا، نیوزیلند، بریتانیا، فرانسه، آلمان، ایتالیا، اسپانیا، سوئد، فنلاند، هلند، بلژیک، نروژ، دانمارک، پرتغال، مجارستان، لهستان، چک، اسلوانی، اسلواکی، استونی، لتونی، لیتوانی، ترکیه، مکزیک، شیلی، اسرائیل، ایرلند، یونان	OECD
تمام کشورهای اتحادیه اروپا (۲۷ کشور، از جمله: آلمان، فرانسه، ایتالیا، اسپانیا، هلند، بلژیک، لهستان، مجارستان، رومانی، اتریش، سوئد، فنلاند، دانمارک، پرتغال، چک، اسلواکی، اسلوانی، لتونی، لیتوانی، استونی، کرواسی، بلغارستان، یونان، قبرس، ایرلند، مالت، لوکزامبورگ)	EU
ترکیب اعضای دو نهاد	EU + OECD
برزیل، روسیه، هند، چین، آفریقای جنوبی	BRICS
چین، روسیه، هند، پاکستان، قزاقستان، قرقیزستان، ازبکستان، تاجیکستان، ایران	Shanghai Cooperation Organization (SCO)
برونئی، کامبوج، اندونزی، لائوس، مالزی، میانمار، فیلیپین، سنگاپور، تایلند، ویتنام	ASEAN
آمریکا، کانادا، مکزیک	NAFTA (USMCA)
آرژانتین، بولیوی، برزیل، شیلی، کلمبیا، کوبا، اکوادور، مکزیک، پاراگوئه، پرو، اروگوئه، ونزوئلا	LAFTA (ALADI)
همه کشورهای آفریقایی از جمله مصر، تونس، سنگال، نیجریه، آفریقای جنوبی، کامرون، ساحل عاج	AU (African Union)
آرژانتین، استرالیا، برزیل، کانادا، چین، فرانسه، آلمان، هند، اندونزی، ایتالیا، ژاپن، کره جنوبی، مکزیک، روسیه، عربستان، آفریقای جنوبی، ترکیه، بریتانیا، آمریکا، اتحادیه اروپا	G۲۰

پیوست ۴: نحوه ادغام فعالیت‌های اقتصادی سال ۲۰۲۰

ردیف	کد تجمع	Industry	کد اصلی
۱	A۰۱T۰۳	Agriculture, hunting, forestry	A۰۱_۰۲
		Fishing and aquaculture	A۰۳
۲	B۰۵T۰۹	Mining and quarrying, energy producing products	B۰۵_۰۶
		Mining and quarrying, non-energy producing products	B۰۷_۰۸
		Mining support service activities	B۰۹
۳	C۱۰T۱۲	Food products, beverages and tobacco	C۱۰T۱۲
۴	C۱۳T۱۵	Textiles, textile products, leather and footwear	C۱۳T۱۵
۵	C۱۶	Wood and products of wood and cork	C۱۶
۶	C۱۷T۱۸	Paper products and printing	C۱۷_۱۸
۷	C۱۹T۲۲	Coke and refined petroleum products	C۱۹
		Chemical and chemical products	C۲۰
		Pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products	C۲۱
		Rubber and plastics products	C۲۲
۸	C۲۳	Other non-metallic mineral products	C۲۳
۹	C۲۴	Basic metals	C۲۴
۱۰	C۲۵	Fabricated metal products	C۲۵
۱۱	C۲۶	Computer, electronic and optical equipment	C۲۶
۱۲	C۲۷	Electrical equipment	C۲۷
۱۳	C۲۸T۲۹	Machinery and equipment, nec	C۲۸
		Motor vehicles, trailers and semi-trailers	C۲۹
۱۴	C۳۰	Other transport equipment	C۳۰
۱۵	C۳۰T۳۳	Manufacturing nec; repair and installation of machinery and equipment	C۳۱T۳۳
۱۶	D	Electricity, gas, steam and air conditioning supply	D
۱۷	E	Water supply; sewerage, waste management and remediation activities	E
۱۸	F	Construction	F
۱۹	G	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles	G
۲۰	H۴۹	Land transport and transport via pipelines	H۴۹
۲۱	H۵۰	Water transport	H۵۰
۲۲	H۵۱	Air transport	H۵۱
۲۳	H۵۲	Warehousing and support activities for transportation	H۵۲
۲۴	H۵۳	Postal and courier activities	H۵۳
۲۵	I	Accommodation and food service activities	I
۲۶	J۵۸T۶۰	Publishing, audiovisual and broadcasting activities	J۵۸T۶۰
۲۷	J۶۱	Telecommunications	J۶۱
۲۸	J۶۲T۶۳	IT and other information services	J۶۲_۶۳
۲۹	K	Financial and insurance activities	K
۳۰	L	Real estate activities	L
۳۱	M	Professional, scientific and technical activities	M
۳۲	N	Administrative and support services	N
۳۳	O	Public administration and defence; compulsory social security	O
۳۴	P	Education	P
۳۵	Q	Human health and social work activities	Q

L	Arts, entertainment and recreation	R	۳۶
S	Other service activities	ST	۳۷
T	Activities of households as employers; undifferentiated goods- and services-producing activities of households for own use		

- جهانگرد، اسفندیار، فریدزاد، ع.، کاکایی، ج.، ساجدیان فرد، ن.، و شکری، ا. (۱۴۰۱). درج جدول داده-ستانده ایران در جدول داده-ستانده بین کشوری. *مدلسازی اقتصادسنجی*، ۷(۴)، ۶۵-۹۲. <https://doi.org/10.22075/jem.2023.29619.180492>.
- شهنازی، روح الله، و ساجدیان فرد، ن. (۱۴۰۲). تحلیل الگوی شبکه تجارت جهانی نفت: رویکرد شبکه پیچیده. *مدلسازی اقتصادسنجی*، ۸(۲)، ۱۲۱-۱۶۲. <https://doi.org/10.22075/jem.2023.29619.1813162>.
- جهانگرد، ا.، اسفندیار (۱۴۰۱). *اقتصاد ایران در زنجیره ارزش جهانی*. انتشارات رایحه اقتصاد. تهران.
- Aguilar, A., Caballero, J., Frost, J., & Parada, A. (۲۰۲۴). Evidence of nearshoring in the Americas? *BIS Bulletin*, 94. Bank for International Settlements.
- Arnal, J. (۲۰۲۴). ¿Puede China desestabilizar la deuda pública de Estados Unidos? *Análisis del Real Instituto Elcano*, 123/2024. Real Instituto Elcano.
- Baldwin, J., Smith, A., Johnson, R., Lee, K., & Martinez, P. (۲۰۲۴). Intercellular nanotube-mediated mitochondrial transfer enhances T cell immunity. *Cell*, 187(۲۲), ۴۵۶۷-۴۵۸۳. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.09.006>
- Baldwin, R. (۲۰۱۶). *The great convergence: Information technology and the new globalization*. The Belknap Press of Harvard University Press.
- Baldwin, R., Freeman, R., & Theodorakopoulos, A. (۲۰۲۴). Deconstructing deglobalization: The future of trade is in intermediate services. *Asian Economic Policy Review*, 19(۱), ۱۸-۳۷. <https://doi.org/10.1111/aepr.12440>
- Blondel, V. D., Guillaume, J. L., Lambiotte, R., & Lefebvre, E. (۲۰۰۸). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008(۱۰), P۱۰۰۰۸.
- Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (۲۰۰۶). A graph-theoretic perspective on centrality. *Social Networks*, 28(۴), ۴۶۶-۴۸۴. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2006.03.002>
- Clauset, A., Newman, M. E., & Moore, C. (۲۰۰۴). Finding community structure in very large networks. *Physical Review E*, 70(۶), ۰۶۶۱۱۱.
- De Benedictis, L., & Tajoli, L. (۲۰۰۹). The World Trade Network. *World Economy*.
- De Nooy, W., Mrvar, A., & Baltagi, V. (۲۰۱۱). *Exploratory social network analysis with Pajek*. Cambridge University Press.
- Dolua, O., & Oğuz, K. (۲۰۲۱). APAL: Adjacency propagation algorithm for overlapping community detection in biological networks. *Information Sciences*, 579, ۵۷۴-۵۹۰.
- Du, N., Wu, B., Pei, X., Wang, B., & Xu, L. (۲۰۰۷). Community detection in large-scale social networks. In *Proceedings of the 9th WebKDD and 1st SNA-KDD Workshop on Web Mining and Social Network Analysis* (pp. ۱۶-۲۵). Association for Computing Machinery. [https://doi.org/10.1145/1348549.1348552](https://doi.org/10.1145/۱۳۴۸۵۴۹.۱۳۴۸۵۵۲)
- Evenett, S. J., & Fritz, J. (۲۰۲۰). The COVID-۱۹ pandemic and export restrictions. *Global Trade Alert*. Retrieved from [https://globaltradealert.org/reports/134](https://globaltradealert.org/reports/۱۳۴)
- Feás, E., & Arnal, J. (۲۰۲۴). Materias primas fundamentales en la Unión Europea: ۱۰ recomendaciones para mejorar la contribución de la industria española. *Análisis del Real Instituto Elcano*. Real Instituto Elcano.
- Feás, E., & Tapia, I. (۲۰۲۵). La volatilidad de los precios energéticos y su efecto sobre la industria. *Análisis del Real Instituto Elcano*, 3/2025. Real Instituto Elcano.
- Fortunato, S. (۲۰۱۰). Community detection in graphs. *Physics Reports*, 486(۳-۵), ۷۵-۱۷۴. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2009.11.002>
- Fortunato, S., & Hric, D. (۲۰۱۶). Community detection in networks: A user guide. *Physics Reports*, 659, ۱-۴۴. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2016.09.002>
- Gangopadhyay, A., & Chen, S. (۲۰۱۶). Health care fraud detection with community detection algorithms. In *2016 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP)* (pp. ۱-۵). IEEE.

- García-Herrero, A. (۲۰۲۳). China's concept of strategic autonomy is about dual circulation. *ICE, Revista de Economía*, 930. <https://doi.org/10.32796/ice.2023.930.7066>
- Girvan, M., & Newman, M. E. J. (۲۰۰۲). Community structure in social and biological networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(۱۲), ۷۸۲۱–۷۸۲۶. <https://doi.org/10.1073/pnas.122637999>
- Hajiabadi, M., Zare, H., & Bobarshad, H. (۲۰۱۷). IEDC: An integrated approach for overlapping and non-overlapping community detection. *Knowledge-Based Systems*, 123, ۱۸۸–۱۹۹.
- International Energy Agency. (۲۰۲۱). *Australia Energy Policy Review 2021*. IEA. <https://www.iea.org/countries/australia>
- International Monetary Fund. (۲۰۱۷). Cyprus: Selected Issues. *IMF Country Report No. 17/376*. <https://www.imf.org/en/Publications/CR/Issues/2017/12/14/Cyprus-Selected-Issues-45472>
- International Monetary Fund. (۲۰۱۷). Islamic Republic of Iran: Selected Issues. *IMF Staff Country Report No. 17/63*. <https://doi.org/10.5089/97814705083083.02>
- International Monetary Fund. (۲۰۲۰). World Economic Outlook, October ۲۰۲۰: A Long and Difficult Ascent. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/09/30/world-economic-outlook-october-2020>
- International Monetary Fund. (۲۰۲۲). South Africa: Financial Sector Assessment Program—Technical Note on Systemic Risk Oversight and Macroprudential Policy. <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/CR/2022/English/1ZAFE202209.ashx>
- Jiang, H., Liu, Z., Liu, C., Su, Y., & Zhang, X. (۲۰۲۰). Community detection in complex networks with an ambiguous structure using central node based link prediction. *Knowledge-Based Systems*, 195, ۱۰۵۶۲۶.
- Jiang, H., Liu, Z., Liu, C., Su, Y., & Zhang, X. (۲۰۲۰). Community detection in complex networks with an ambiguous structure using central node based link prediction. *Knowledge-Based Systems*, 195, ۱۰۵۶۲۶.
- Kemighan, B. W. (۱۹۷۰). An efficient heuristic procedure for partitioning graphs. *Bell Systems Technical Journal*, 49, ۲۹۱–۳۰۷.
- Klein, D. J., & Randic, M. (۱۹۹۳). Resistance distance. *Journal of Mathematical Chemistry*, 12, ۸۱–۹۰.
- Kleinberg, J. (۲۰۰۲). In *Advances in NIPS 15* (pp. ۴۴۶–۴۵۳). MIT Press.
- Kim, Y., Lee, S., & Kim, H. (۲۰۱۸). A survey on theoretical advances of community detection in networks. *Computational Social Networks*, 5(۱), ۱–۲۴. <https://doi.org/10.1186/s40649-018-0060-2>
- Mohamed, E. M., Agouti, T., Tikniouine, A., & El Adnani, M. (۲۰۱۹). A comprehensive literature review on community detection: Approaches and applications. *Procedia Computer Science*, 151, ۲۹۵–۳۰۲.
- Newman, M. E. (۲۰۱۳). Spectral methods for community detection and graph partitioning. *Physical Review E*, 88(۴), ۰۴۲۸۲۲.
- Newman, M. E. J., & Girvan, M. (۲۰۰۴). Finding and evaluating community structure in networks. *Physical Review E*, ۶۹(۲), ۰۲۶۱۱۳. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.69.026113>
- OECD/European Union. (۲۰۱۸). *Health at a Glance: Europe 2018: State of Health in the EU Cycle*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/health_glance_eur-2018-en
- Piccardi, C. (۲۰۱۱). Finding and testing network communities by lumped Markov chain. *PLoS ONE*.
- Piccardi, C., Riccaboni, M., Tajoli, L., & Zhu, Z. (۲۰۱۸). Random walk on the world input-output network. *Journal of Complex Networks*, 6(۲).
- Pons, P., & Latapy, M. (۲۰۰۵). Computing communities in large networks using random walks. In *Computer and Information Sciences - ISICIS 2005: 20th International Symposium* (pp. ۲۸۴–۲۹۳). Springer Berlin Heidelberg.
- Pourhabibi, T., Ong, K. L., Kam, B. H., & Boo, Y. L. (۲۰۲۰). Fraud detection: A systematic literature review of graph-based anomaly detection approaches. *Decision Support Systems*, 133, ۱۱۳۳۰۳.
- Radicchi, F., Castellano, C., Cecconi, F., Loreto, V., & Parisi, D. (۲۰۰۴). Defining and identifying communities in networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(۹), ۲۶۵۸–۲۶۶۳. <https://doi.org/10.1073/pnas.040004101>

- Rodrigue, J.-P., Comtois, C., & Slack, B. (۲۰۱۷). *The geography of transport systems* (۴th ed.). Routledge.
- Rosvall, M., & Bergstrom, C. T. (۲۰۰۸). Maps of random walks on complex networks reveal community structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(۴), ۱۱۱۸-۱۱۲۳. <https://doi.org/10.1073/pnas.0706801105>
- Sachs, J. D., & Warner, A. M. (۲۰۰۱). The curse of natural resources. *European Economic Review*, 45(۴-۶), ۸۲۷-۸۳۸. [https://doi.org/10.1016/S0014-2921\(01\)00120-8](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(01)00120-8)
- Saerens, M., Fouss, F., Yen, L., & Dupont, P. (۲۰۰۴). The principal component analysis of a graph and its relationships to spectral clustering. In *Proceedings of the European Conference on Machine Learning*.
- Saini, M., & Mangat, V. (۲۰۲۳). Multidimensional empirical analysis of overlapping community detection methods in social networks. *Multimedia Tools and Applications*, 82(۲۹), ۴۴۶۵۵-۴۴۶۷۱.
- Scholars, J. (۲۰۲۵). *Evaluating community detection algorithms: A focus on effectiveness and efficiency*. *Journal of Scientometric Research*, 14(۱), ۶۲-۷۴.
- Smith, N. R., Zivich, P. N., Frerichs, L. M., Moody, J., & Aiello, A. E. (۲۰۲۰). A guide for choosing community detection algorithms in social network studies: The question alignment approach. *American Journal of Preventive Medicine*, 59(۴), ۵۹۷-۶۰۵.
- Stöllinger, R. (۲۰۲۱). Structural change and global value chains in the EU. *wiiw Working Paper No. 227*. The Vienna Institute for International Economic Studies (wiiw).
- Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., & de Vries, G. J. (۲۰۱۴). The World Input-Output Database: Content, concepts and applications (GGDC Research Memorandum GD-۱۴۴). Groningen Growth and Development Centre, University of Groningen.
- Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., & de Vries, G. J. (۲۰۱۵). An illustrated user guide to the world input-output database: The case of global automotive production. *Review of International Economics*, 23(۳), ۵۷۵-۶۰۵. <https://doi.org/10.1111/roie.12178>
- Tokala, S., Enduri, M. K., Jaya Lakshmi, T., & Hajarathaiah, K. (۲۰۲۵). Evaluating community detection algorithms: A focus on effectiveness and efficiency. *Journal of Scientometric Research*, 14(۱), ۶۲-۷۴. <https://doi.org/10.5030/jscires.2025.839>
- Traag, V. A., Waltman, L., & Van Eck, N. J. (۲۰۱۹). From Louvain to Leiden: Guaranteeing well-connected communities. *Scientific Reports*, 9(۱), ۵۲۳۳.
- Tong, H., Faloutsos, C., & Pan, J.-Y. (۲۰۰۸). Random walk with restart: Fast solutions and applications. *Knowledge and Information Systems*, 14(۳), ۳۲۷-۳۴۶.
- Wasserman, S., & Faust, K. (۱۹۹۴). *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511810547>
- World Bank. (۲۰۱۷). *South Africa Economic Update: Innovation for Productivity and Inclusiveness* (Edition ۱۰). The World Bank. <https://doi.org/10.1096/978-1-4764-1077-6>
- Yang, G., Zheng, W., Che, C., & Wang, W. (۲۰۲۰). Graph-based label propagation algorithm for community detection. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 11, ۱۳۱۹-۱۳۲۹.
- Yamano, N., Alsamawi, A., Webb, C., Cimper, A., Zürcher, C., & Chiapin Pechansky, R. (۲۰۲۳). Development of the OECD Inter-Country Input-Output Database ۲۰۲۳ (OECD Science, Technology and Industry Working Papers No. ۲۰۲۳/۰۸). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5a0d0660-en>



مرکز پژوهش‌های اتاق ایران

تهران، خیابان طالقانی،

نبش خیابان شهید موسوی (فرصت)، پلاک ۱۷۵

تلفن: ۸۵۷۳۰۰۰۰ (۰۲۱)

RC.ICCIMA.IR