

Multiplicity and Exchange in the World Trade and Applied Diplomacy Structure Regarding Social Network Analysis

Saeed Nasehi Moghaddam¹, Mehdi Ghazanfari²

Abstract: In the Multi-relational networks, the study of concurrent choices or multiplicity, and exchanging the choices is important. In this paper, we reviewed multiplicity and exchange in the literature and tried to study these effects in the world network of trade and diplomacy. In addition to reporting the results of exploiting other researchers' contributions in the case of trade and diplomacy relations on our data, we proposed our own solution to study and evaluate social structure in the situation that multiplicity and exchange effects are significant. Due to the significant number of concurrent choices and choice exchange, we used appropriate probable block model of multiplicity and exchange. Specifically, we found that there are four clear patterns in the world trade and diplomacy network: Trade affected by diplomatic hosting, Trade affected by diplomatic activity, Diplomacy affected by export and Diplomacy affected by import.

Key words: *Block modeling, Exponential random graph model, Multiplicity and exchange pattern, Positional analysis, World system.*

1. MSc., Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

2. Prof. Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

Submitted: 19 / July / 2016

Accepted: 28 / May / 2017

Corresponding Author: Saeed Nasehi Moghaddam

Email: sanameed@gmail.com

چندگانگی و تبادل در ساختار روابط تجاری و دیپلماتیک: کاربردی از تحلیل شبکه اجتماعی

سعید ناصحی مقدم^۱، مهدی غضنفری^۲

چکیده: در شبکه‌های چند رابطه‌ای مطالعه انتخاب‌های همزمان یا چندگانه و تبادل انتخاب‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است. در این مقاله با بررسی سوابق در ادبیات موضوعی، به مطالعه شبکه متشکل از دو رابطه تجارت و دیپلماسی پرداخته می‌شود و ضمن گزارش نتایج به دست آمده از اعمال روش‌های محققان پیشین در مجموعه داده‌های تحقیق حاضر، روش جدیدی در تحلیل ساختار پیشنهاد شده است. در این روش مدل بلوکی احتمالی برانزده چندگانگی و تبادل، به دلیل وجود معنادار انتخاب‌های همزمان و تبادل انتخاب‌ها در شبکه تجارت و دیپلماسی اتخاذ شده است. نتایج حاصل از به کارگیری این روش، به طور مشخص نشان داد ساختار اجتماعی متضمن چندگانگی و تبادل، مبین چهار الگوی رفتاری در شبکه تجارتی و دیپلماتیک است: تجارت متأثر از میزبانی دیپلماتیک، تجارت متأثر از فعالیت دیپلماتیک، دیپلماسی متأثر از صادرات و دیپلماسی متأثر از واردات.

واژه‌های کلیدی: الگوی چندگانگی و تبادل، تحلیل موقعیتی، سیستم جهانی، مدل سازی بلوکی، مدل‌های گراف تصادفی.

۱. کارشناس ارشد مهندسی سیستم‌های اقتصادی - اجتماعی، مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

۲. استاد گروه مهندسی سیستم، تجارت الکترونیک و زنجیره تأمین، دانشکده صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران،

ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۲۹

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۶/۰۳/۰۷

نویسنده مسئول مقاله: سعید ناصحی مقدم

E-mail: sanameed@gmail.com

مقدمه

تئوری سیستم جهانی، بر وابستگی رفتار واحدهای ژئوپلیتیک به ویژگی‌های سیستم محیط بر آنها به‌عنوان یک کلیت دلالت دارد. این سیستم متشکل از سه موقعیت ساختاری: هسته‌ای، شبه‌پیرامونی و پیرامونی به‌گونه‌ای است که: علی‌رغم اینکه موقعیت‌های هسته‌ای واجد انسجام درونی هستند، موقعیت‌های پیرامونی مرتبط با موقعیت‌های هسته‌ای و نه خودشان یا سایر موقعیت‌های پیرامونی هستند (والرستین، ۱۹۷۴- الف و ب، ۱۹۷۶). تحلیل موقعیتی و مدل‌سازی بلوکی، به‌عنوان زیرمجموعه تحلیل شبکه اجتماعی، نقش بسزایی در تبیین و تصریح موقعیت‌های سه‌گانه ساختاری سیستم جهانی ایفا کرده است و محققان مختلف با تعاریف و روش‌های مختلف به شناسایی و مطالعه این موقعیت‌های ساختاری پرداخته‌اند. رویکرد اغلب محققان در این زمینه، استفاده از مدل‌سازی بلوکی کلاسیک قطعی با تعاریف مختلف هم‌ارزی و مستقل از الگوی پیوند بین روابط شبکه بوده است. در پژوهش حاضر، ضمن طرح مشارکت‌های محققان در زمینه پیوندسنجی روابط، این مشارکت‌ها در شبکه تجارت و دیپلماسی بین‌المللی به‌کار گرفته شده و با توجه به این نتایج، به‌کمک روشی نو، ساختار مبتنی بر الگوی پیوند بین تجارت و دیپلماسی از طریق مدل‌سازی بلوکی احتمالی جست‌وجو شده است. از این رو هدف از اجرای این پژوهش، یافتن موقعیت‌های ساختاری متمایز برحسب الگوی پیوند بین تجارت و دیپلماسی است. اجرای روش روی داده‌های واقعی و نسبتاً جدید و ارائه تصویر نو از ساختار روابط بین‌الملل که موجد ویژگی‌های شایان توجهی برای کشورها می‌شود، از نوآوری‌های اصلی این پژوهش است. پژوهش حاضر مبتنی بر تجمیع داده‌های تجارت بین‌الملل صندوق بین‌المللی پول از ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۸ و داده تبادلات دیپلماتیک از کتاب *سال جهان اروپا ۲۰۰۹*^۱ است.

پیشینه پژوهش

در پیشینه نظری، ابتدا به مرور مشارکت‌های عمده محققان در توسعه تحلیل پیوند پرداخته می‌شود؛ سپس مشارکت‌های مرتبط با کاربردهای تحلیل شبکه اجتماعی به‌ویژه در زمینه ساختاریابی در سیستم جهانی مطرح خواهد شد.

پیشینه نظری پژوهش

تحلیل پیوند بین روابط در شبکه‌های چند رابطه‌ای، از همان مراحل آغاز رشد تحلیل شبکه اجتماعی، به‌عنوان موضوع شایان توجه، مطرح بوده است. اولین تحقیق در این زمینه را کتز و

پاول (۱۹۵۳) انجام دادند. آنها در کار خود برای سنجش میزان تطابق^۱ بین دو ماتریس باینری یک شاخص تعریف کردند. فرض کنید X و Y دو ماتریس مبین دو رابطه باشند، شاخص کتز و پاول که با Γ نمایش داده می‌شود، واجد سه ویژگی زیر است:

۱. اگر X و Y مستقل از هم باشند، Γ مساوی صفر است.
۲. اگر رخداد Y به‌طور دقیق از رخداد X پیروی کند، Γ مساوی یک است.
۳. Γ به‌وسیله تابع خطی از تعداد هم‌رخدادی‌ها در دو ماتریس رابطه، برآورد می‌شود. کتز و پاول شاخص متضمن سه ویژگی فوق را به‌صورت رابطه^۱ فرمول‌بندی کردند.

$$\Gamma = \frac{1}{n_x n_y} [n(n-1)n_{xy} - n_x n_y] \quad \text{رابطه (۱)}$$

جایی که n_{xy} تعداد هم‌رخدادی‌ها و n_x و n_y به ترتیب تعداد ۱ها در ماتریس رابطه X و ماتریس رابطه Y و $n_{\bar{y}}$ تعداد صفرها در رابطه Y است. این شاخص یکی از ماتریس‌ها را وابسته و دیگری را مستقل فرض می‌کند. از این رو شاخص متقارنی نیست. هابرت و بیکر (۱۹۷۸) برای متغیرهای رابطه‌ای مستقل و وابسته، رابطه‌ای رگرسیونی در نظر می‌گیرند و از ضریب همبستگی بین دو متغیر به‌عنوان ضریب تطابق یا هم‌رخدادی^۲ استفاده می‌کنند. مزیت کار هابرت و بیکر، امکان به‌کارگیری در داده‌های پیوسته است. در واقع، شاخص تطابق کتز و پاول (۱۹۵۳) توسط هابرت و بیکر به ضریب همبستگی تبدیل می‌شود؛ یعنی داریم:

$$\hat{y}_{ij} = \alpha_0 + \beta_{YX} x_{ij}; 1 \leq i \neq j \leq n \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$\beta_{YX} = \frac{\sum_{i \neq j} x_{ij} y_{ij} - ([\sum_{i \neq j} x_{ij} \sum_{i \neq j} y_{ij}] / [n(n-1)])}{\sum_{i \neq j} x_{ij}^2 - ([\sum_{i \neq j} x_{ij}]^2 / [n(n-1)])} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\beta_{XY} = \frac{\sum_{i \neq j} x_{ij} y_{ij} - ([\sum_{i \neq j} x_{ij} \sum_{i \neq j} y_{ij}] / [n(n-1)])}{\sum_{i \neq j} y_{ij}^2 - ([\sum_{i \neq j} y_{ij}]^2 / [n(n-1)])} \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$\Gamma \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$= \frac{\sum_{i \neq j} x_{ij} y_{ij} - ([\sum_{i \neq j} x_{ij} \sum_{i \neq j} y_{ij}] / [n(n-1)])}{\sqrt{(\sum_{i \neq j} x_{ij}^2 - ([\sum_{i \neq j} x_{ij}]^2 / [n(n-1)])) (\sum_{i \neq j} y_{ij}^2 - ([\sum_{i \neq j} y_{ij}]^2 / [n(n-1)]))}}$$

1. Conformity
2. Concordance

به بیان بهتر، به منظور استخراج میزان تطابق بین دو ماتریس، هابرت و بیکر ابتدا یک مدل رگرسیون خطی به داده‌های برداری شده دو ماتریس رابطه X و Y برازش می‌دهند؛ سپس از ضریب رگرسیون برآمده از این برازش، به عنوان ضریب تطابق دو رابطه استفاده می‌کنند. کار بنیادین فینبرگ، مایر و وسرمن (۱۹۸۵) در تبیین و تعریف دو اثر چندگانگی^۱ و مبادله^۲ از مهم‌ترین مشارکت‌ها در زمینه مطالعه آماری در محیط‌های چند رابطه‌ای است. در یک شبکه دو رابطه‌ای، چندگانگی به معنای انتخاب‌های همزمان و هم‌رخداد در دو رابطه است؛ یعنی اگر کنشگری در یک رابطه کنشگر دیگر را انتخاب کند، به این انتخاب در رابطه دوم هم گرایش دارد. مبادله به معنای انتخاب شدن در رابطه‌ای حین انتخاب در رابطه دیگر است. یعنی کنشگر انتخاب‌کننده در یک رابطه، به انتخاب شدن در رابطه دیگر تمایل دارد. دوسویگی^۳ به معنای انتخاب‌های دوسویه در هر رابطه مفروض است. فینبرگ و همکارانش (۱۹۸۵) در شکل ۳ مقاله خود به تبیین حالات مختلف متصور بین دو کنشگر پرداختند. یعنی برحسب تعداد کمان‌های بین دو کنشگر، پنج کلاس مطابق جدول ۱ برای یک زوج کنشگر حاضر در دو رابطه شناسایی کردند.

جدول ۱. دسته‌بندی حالات مختلف یک زوج کنشگر در محیط دو رابطه‌ای

نوع		تعداد بند
کاملاً تهی		۰
$i \quad j$		
تک انتخاب		۱
$i \rightarrow j$		
مبادله	چندگانگی	۲
$\left(\begin{array}{c} \xrightarrow{\text{relation 1}} \\ i \quad j \\ \xleftarrow{\text{relation 2}} \end{array} \right)$	$\left(\begin{array}{c} \xrightarrow{\text{relation 1}} \\ i \quad j \\ \xrightarrow{\text{relation 2}} \end{array} \right)$	
دوسویگی مشروط		۳
$\left(\begin{array}{c} \xrightarrow{\text{relation 1}} \\ i \quad j \\ \xrightarrow{\text{relation 2}} \\ i \quad j \end{array} \right)$		
دوسویگی کامل		۴
$\left(\begin{array}{c} \xrightarrow{\text{relation 1}} \\ i \quad j \\ \xleftarrow{\text{relation 2}} \\ i \quad j \end{array} \right)$		

1. Multiplexity
2. Exchange
3. Mutuality

یعنی در محیط دو رابطه‌ای بین دو کنشگر مفروض، پنج حالت متصور است:

۱. عدم انتخاب در هر دو رابطه
۲. وقوع فقط یک انتخاب
۳. وقوع دو انتخاب: دوسویه تک رابطه‌ای، انتخاب‌های چندگانه دو رابطه‌ای و تبادل انتخاب‌ها در دو رابطه
۴. وقوع سه انتخاب: دوسویگی مشروط
۵. وقوع چهار انتخاب: دوسویگی کامل

وسرمن (۱۹۸۷) با مرور کار کتز و پاول و هابرت و بیکر، ضمن تشریح آنها متذکر می‌شود که استفاده از رگرسیون به‌عنوان ضریب تطابق، بدون کنترل آماری سایر ویژگی‌های کمی یک رابطه در قالب یک مدل، می‌تواند به بروز همبستگی مصنوعی منجر شود. از این رو برای نخستین بار وی به تعمیم اولین کلاس از مدل‌های گراف تصادفی نمایی^۱، مدل p_1 ، به محیط دو رابطه‌ای در راستای سنجش آثار چندگانگی، مبادله و دو سویگی می‌پردازد؛ اگرچه فرض استقلال دو رابطه مفروض توسط وسرمن، چالش‌انگیز است. رویکرد دیگر در تحلیل پیوند، استفاده از آزمون‌های جایگشتی^۲ منتل (۱۹۶۷) است. اگرچه آزمون منتل در اصل برای استنتاج آماری از هم‌رخدادی زمانی و مکانی بیماری‌ها بود، ولیکن به‌عنوان رویه کلی در استنتاج مقایسه گراف‌ها استفاده می‌شود. در این آزمون، در حالی که یک ماتریس با استفاده از جایگشتی تصادفی بازآرایی می‌شود، دیگری ثابت نگه داشته شده و ضریب رگرسیون بین ماتریس ثابت و ماتریس جایگشت داده شده ثبت می‌شود، این رویه به تعداد مناسبی تکرار می‌شود؛ سپس با استفاده از این مقادیر ثبت شده، توزیع تجربی برای جایگشت‌ها به‌دست می‌آید که قابل استفاده در آزمون معناداری است. رویه تخصیص درجه دوم^۳ به‌عنوان توسعه‌ای بر آزمون منتل توسط هابرت و شولتز (۱۹۷۶) مطرح شد. کرکهارد (۱۹۸۸) تأکید دارد که فرض استقلال عناصر ماتریس رابطه از هم که اساس تحلیل‌های رگرسیونی است، جای تردید دارد و عبارت خطا در رگرسیون خطی واجد درجاتی از خودهمبستگی^۴ است. وی تأکید می‌کند که استفاده از رویه‌های GLS در برآورد نارایب پارامترهای خودهمبسته امکان‌پذیر نیست، از این رو نشان می‌دهد استفاده از رویه تخصیص درجه دوم به کنترل خطای نوع اول و برآورد نارایب پارامترهای رگرسیونی منجر می‌شود. با وجود این، وی متذکر می‌شود که برآورد پارامتر به‌وسیله رویه تخصیص درجه دوم،

1. Exponential random graph model
 2. Permutation test
 3. Quadratic Assignment Procedure
 4. Autocorrelation

هنگامی که نسبت تعداد متغیرهای رابطه‌ای به تعداد کنشگرها بزرگ باشد، اربب خواهد بود. بنابراین در رگرسیون چند متغیره، استفاده از رویه تخصیص درجه دوم باید با توجه به نسبت تعداد روابط به تعداد کنشگرها صورت گیرد. به منظور غلبه بر مشکل هم‌خطی، دکر، کرکهارد و اسنجرز (۲۰۰۳) روش جدیدی برای برآورد اربب پارامترها پیشنهاد دادند که رویه تخصیص درجه دوم را در رگرسیون چندمتغیری هم معتبر می‌ساخت. پایداری در برابر خودهمبستگی سطری، ستونی و بلوکی، رویه تخصیص درجه دوم را به رویکرد غالبی در مقایسه گرافی میدل کرده است؛ اگرچه لحاظ پیوند بین روابط در دل یک مدل آماری پیش‌تر در کار و سرمن (۱۹۸۷) و پاتیسون و سرمن (۱۹۹۹) آمده بود. مدل جایگشتی باتس (۲۰۰۷) که تلفیقی از مدل‌های نمایی گراف‌های تصادفی و رویه تخصیص درجه دوم است، به داده‌های گسسته محدود نیست و در محیط‌های چند رابطه‌ای برای استنتاج درباره قوت پیوند روابط قابل استفاده است. در این مدل که باتس آن را مدل نمایی جایگشت گرافی تصادفی^۱ نامیده است، به وسیله یک الگوریتم تعویض دوگانه‌ای متروپلیس، یک توزیع نمایی به مجموعه بردارهای جایگشتی که آماره بسنده‌ای مساوی مجموع حاصل ضرب عناصر دو ماتریس رابطه مفروض دارند، نسبت داده می‌شود. اگر X و Y دو ماتریس رابطه متناظر با دو رابطه متمایز روی مجموعه کنشگرهای N باشند؛ باتس یک توزیع از خانواده نمایی به هر بردار جایگشت a در نظر می‌گیرد (رابطه ۶).

$$p(a|Y, X, \theta) = \exp\left(\sum_k^M \sum_l^P \theta_{kl} t(Y_k, X_l, a)\right) \cdot \delta_A(a) / \chi(\theta, A) \quad (\text{رابطه ۶})$$

جایی که $\chi(\theta, A)$ ثابت نرمال‌سازی است و مساوی مقدار صورت است که روی همه جایگشت‌های ممکن جمع زده می‌شود؛ θ پارامتر مبین میزان قوت پیوند بین دو ماتریس و $t(Y_k, X_l, a)$ آماره بسنده مساوی مجموع عناصر حاصل ضرب دو ماتریس تحت جایگشت a است. از آنجا که مقدار این ثابت نرمال‌سازی نامعلوم است، با استفاده از شبیه‌سازی زنجیره مارکوفی، تعدادی جایگشت تصادفی شبیه‌سازی می‌شود و با استفاده از جامعه حاصل از این شبیه‌سازی، ثابت نرمال‌سازی برآورد می‌شود. در گام بعد برآورد اولیه^۲ θ_0 که در گام قبل برای شبیه‌سازی استفاده شده بود، به منظور برآورد درست‌نمایی بیشینه^۳ بهبود داده می‌شود. از آنجا که این مدل وابسته به مقدار برآورد اولیه پارامتر است، باتس برآورد شبه‌درست‌نمایی بیشینه^۳ را به‌عنوان برآورد اولیه پیشنهاد می‌دهد؛ هرچند لزوماً برآورد شبه‌درست‌نمایی بیشینه، بهترین برآورد اولیه نیست. به منظور برآورد واریانس پارامتر برآورد شده، دو روش استفاده از نمونه‌های برآمده از

1. Exponential Random Graph Permutation (ERGP)
 2. Maximum Likelihood Estimation (MLE)
 3. Maximum Pseudo Likelihood Estimation (MPLE)

شبیه‌سازی مونت کارلو زنجیره مارکوفی یا استفاده از هسین ثابت نرمال‌سازی در نقطه برآورد درست‌نمایی بیشینه، پیشنهاد شده است؛ اما به نظر می‌رسد در پیاده‌سازی بسته نرم‌افزاری netperm از هسین ثابت نرمال‌سازی استفاده شده است؛ هرچند روش استفاده از نمونه‌های برآمده از شبیه‌سازی مونت کارلو زنجیره مارکوفی به لحاظ محاسبات، سنگین و زمان‌بر است. روش یاد شده توسط خود کارتر باتس در بسته نرم‌افزاری netperm تحت R.2.11.1 چارچوب بسته نرم‌افزاری Statnet دانشکده آمار دانشگاه واشنگتن پیاده‌سازی شده است.

پیشینه تجربی پژوهش

تحلیل شبکه اجتماعی در مجموعه متنوعی از مسائل دنیای واقعی کاربرد دارد. علاوه بر مطالعه روابط بین‌الملل، تحلیل شبکه وابستگی^۱ هم‌نویسندگی^۲ (عباسی، آلتمن و حسین ۲۰۱۱؛ رضایی‌نور، لسانی، زکی‌زاده و صفامجید، ۱۳۹۳؛ مردانی و مردانی، ۱۳۹۵)، بررسی آثار شبکه اجتماعی (جلالی و مهدی‌زاده، ۱۳۹۵؛ ایرانی و حقیقی، ۱۳۹۲) و کشف برتری و تمایز در سطح کنشگری و گروهی (تیکس و کوسترس، ۲۰۱۱؛ شارا، سینگ، گتور و مان، ۲۰۱۲؛ کاتساروس، دیموکاس و تاسیولاس، ۲۰۱۲) تنها نمونه‌هایی از این کاربردهاست.

تئوری سیستم جهانی، بر وابستگی رفتار واحدهای ژئوپلیتیک، به ویژگی‌های سیستم محیط بر آنها به‌عنوان یک کلیت دلالت دارد. این سیستم متشکل از سه موقعیت ساختاری: هسته‌ای، شبه‌پیرامونی و پیرامونی به‌گونه‌ای است که: علی‌رغم اینکه موقعیت‌های هسته‌ای واجد انسجام درونی هستند، موقعیت‌های پیرامونی مرتبط با موقعیت‌های هسته‌ای و نه خودشان یا سایر موقعیت‌های پیرامونی هستند. اگرچه این تئوری‌ها طرح کیفی دارند، مطالعات کمی‌کننده آنها در درک بهتر این تئوری‌ها مؤثر بوده است. برای نخستین بار، اسنایدر و کیک (۱۹۷۹) از مدل‌سازی بلوکی برای تصریح و تدقیق این موقعیت‌های هسته‌ای/پیرامونی استفاده کردند. آنها نشان دادند آموزش و عضویت در این موقعیت‌های ساختاری بر درآمد سرانه ملی تأثیر دارد. در واقع کشورهای عضو موقعیت‌های مرکزی، ضمن برخورداری از سطح آموزش بالا، واجد درآمد سرانه زیادی هستند. بولن (۱۹۸۳) دسته‌بندی اشتباه شش کشور در تحقیق اسنایدر و کیک را گزارش کرد و نشان داد عضویت در موقعیت غیرهسته‌ای، بر وضعیت دموکراسی تأثیر منفی دارد؛ در حالی که توسعه اقتصادی بر وضعیت دموکراسی تأثیری مثبتی می‌گذارد. نمث و اسمیت ضمن انتقاد به تحقیق اسنایدر و کیک به سبب عدم شمول عناصر کلیدی تئوری‌های سیستم جهانی، با استفاده از داده‌های شبکه تجارت بین‌الملل و لحاظ متغیرهای غیررابطه‌ای درآمد سرانه،

1. Affiliation network
2. Co-authorship

مرگ‌ومیر کودکان^۱، مصرف انرژی و ضریب جینی، نشان دادند عضویت در موقعیت ساختاری اقتصادی بر این متغیرها تأثیر دارند. بیکاک، هوور و کیلیان (۱۹۸۸) طی مطالعه داده‌های تجاری بین سال‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۸۰، نشان دادند در موقعیت‌های هسته‌ای، همگرایی برحسب کاهش نابرابری و در موقعیت‌های غیرهسته‌ای، واگرایی برحسب افزایش نابرابری حاکم است. تغییرات ساختار اقتصاد بین‌الملل در بازه ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۰ در کار اسمیت و وایت (۱۹۹۲) تحلیل شد. اسمیت و وایت به جای هم‌ارزی ساختاری و الگوریتم CONCOR که پیش‌تر توسط اسنایدر و کیک و نمث و اسمیت برای استخراج بردار افراز کشورها به موقعیت‌های ساختاری استفاده شده بود، از هم‌ارزی منظم^۲ که کلی‌تر از هم‌ارزی ساختاری است و الگوریتم REGE استفاده کردند و به مطالعه تغییرات عضویت کشورها در موقعیت‌های سه‌گانه هسته‌ای، شبه‌پیرامونی و پیرامونی پرداختند. با طرح مفهوم نقش^۳ وینشپ و مندل (۱۹۸۳) و بیان وجوه برتری آن به مفهوم موقعیت، ون رُسم (۱۹۹۶) با طراحی شاخص متفاوت با ایده اولیه وینشپ و مندل، به خوشه‌بندی کشورها اقدام می‌کند. با توجه به وجود ۱۶ حالت سه‌گانه متمایز برای هر سه کنشگر مفروض (هولند و لینهارد، ۱۹۷۱) در یک رابطه جهت‌دار، این شاخص در واقع مبین فاصله اقلیدسی بین فراوانی الگوهای سه‌گانه‌ای^۴ است که دو کنشگر مفروض روی همه روابط موجود در شبکه حضور دارند. بدین ترتیب، کشورهایی که الگوهای سه‌گانه نزدیک به هم دارند، در یک کلاس هم‌ارزی که ون رُسم آن را هم‌ارزی نقشی می‌نامد، قرار می‌گیرند. ساکس، ونترسکا و یوزی (۲۰۰۱) با استفاده از مفهوم حفره‌های ساختاری (برت، ۱۹۹۲) و سرمایه اجتماعی (برت، ۱۹۹۷) مطرح شده توسط رونالد برت، به تعریف یک شاخص استقلال ساختاری برای کشورها اقدام می‌کنند و با استفاده از آن نشان می‌دهند استقلال ساختاری می‌تواند اثر مثبتی بر اقتصاد کشورها داشته باشد. هافتر برتون، کوهلر و مونت گومری (۲۰۰۹)، ضمن مرور کاربردهای تحلیل شبکه در مطالعات روابط بین‌الملل، تأکید دارند که تکنیک‌های تحلیل شبکه با تعریف انواع جدید قدرت شبکه‌ای، دیدگاه‌های سنتی از قدرت^۵ در روابط بین‌الملل را به چالش کشیده‌اند.

در مشارکت‌های یاد شده، استخراج ساختار روابط از طریق مدل‌سازی بلوکی با تعاریف مختلف هم‌ارزی صورت گرفته است و بدون لحاظ مفروضات تصادفی بودن، مدل به اصطلاح بلوکی قطعی و نه احتمالی، ارائه شده است. علاوه بر این، بردار افراز کشورها به موقعیت‌های ساختاری، مستقل از پیوند بین روابط یک شبکه صورت گرفته است.

-
1. Child mortality
 2. Regular equivalence
 3. Role
 4. Triad patterns
 5. Power

مدل مفهومی

کنشگرها به کلاس‌های هم‌ارزی به نام موقعیت‌ها، اختصاص داده می‌شوند و شبکه اصلی از کنشگرها همراه با تمام ارتباطات، به شبکه‌ای از موقعیت‌ها و ارتباطات بین این موقعیت‌ها تقلیل داده می‌شود. ساختار شبکه تقلیل یافته به سادگی تحلیل و تعبیر می‌شود. عمل کاهش بُعد شبکه کنشگرها به موقعیت‌ها، مدل‌سازی بلوکی^۲ نامیده می‌شود و شامل دو جزء اصلی افزایش کنشگرها به موقعیت‌ها و تصریح و تعیین روابط بین این موقعیت‌هاست. با وجود ارائه تعاریف مختلف از هم‌ارزی، هم‌ارزی ساختاری به‌عنوان مبنای نظری استخراج موقعیت‌های ساختاری در یک شبکه مفروض، بیشتر به اجماع و اقبال محققان رسیده است (وسرمن و فاست، ۱۹۹۴). بنا به تعریف لورین و وایت (۱۹۷۱)، دو کنشگر زمانی هم‌ارز ساختاری تلقی می‌شوند که بندهای یکسانی از / به دیگر کنشگرها داشته باشند. تعیین روابط بین موقعیت‌ها در مدل‌سازی بلوکی، به‌وسیله جدول چگالی، ماتریس تصویر یا گراف کاهیده انجام می‌شود. در جدول چگالی، هر عنصر مبین احتمال وقوع بند (میانگین تعداد بندها) از موقعیت سطری به موقعیت ستونی است؛ ماتریس تصویر، باینری شده جدول چگالی به‌وسیله یک حد آستانه معقول (نظیر چگالی رابطه اصلی) است و گراف کاهیده، شکل گرافی ماتریس تصویر است. تعیین ترتیب این دو جزء، مدل‌سازی بلوکی کلاسیک را از مدل‌سازی بلوکی تعمیم یافته متمایز می‌کند. در حالی که در مدل‌سازی بلوکی کلاسیک، ابتدا با استفاده از یک خوشه‌بندی روی فاصله مبتنی بر یک تعریف هم‌ارزی مفروض کنشگرها از هم، تابع افزایش کنشگرها به موقعیت‌ها مشخص شده، سپس روابط بین و درون موقعیت‌ها به‌عنوان ساختار اجتماعی تعیین می‌شود؛ مدل‌سازی بلوکی تعمیم یافته با استفاده از نوعی رویه جست‌وجوی محلی به دنبال یافتن بردار افزایش متضمن کمترین خطا از یک ساختار اجتماعی پیش‌فرض است (دورین، باتالچ و فرلیگوج، ۲۰۰۵). این رویکرد مستقیم مدل‌سازی بلوکی تعمیم یافته، به دلیل بی‌نیاز بودن به تعریف هم‌ارزی و بهینه‌یابی، بر مدل‌سازی بلوکی کلاسیک برتری دارد، اما به دلیل استفاده از رویه جست‌وجوی محلی برای یافتن بهترین بردار افزایش تأمین‌کننده کمترین خطا از ساختار از پیش معلوم، در شبکه‌های بزرگ‌تر از ۱۰۰ گره بسیار زمان‌بر است؛ ضمن آن که به تعیین ساختار اجتماعی به‌عنوان ورودی نیاز دارد. از این رو، در مواردی که این ساختار به هر دلیلی نامعلوم باشد، کاربردی نیست. از آنجا که در داده‌های پژوهش حاضر، شبکه‌ای متشکل از دو رابطه تجارت و دیپلماسی بین ۱۷۳ کشور جهان احصا

1. Positional analysis
2. Block modeling

شده است و هدف استخراج ساختار متضمن الگوی پیوند بین تجارت و دیپلماسی است، مدل سازی بلوکی تعمیم یافته موضوعیت نداشته و غیر کاربردی است. از سویی، رویکرد کلی محققان در مدل سازی بلوکی احتمالی، بعد از مشارکت اندرسون، و سرمن و فاست (۱۹۹۲)، بر رویه های یافتن درستنمایی بیشینه^۱ متکی هستند، این رویه ها به لحاظ محاسباتی زمان برند و در شبکه های چند رابطه ای بزرگ همچون شبکه تجارت و دیپلماسی بین الملل، کاربردی نیستند. تجربه اتخاذ این رویه ها نظیر مدل بلوکی احتمالی اسنیجدرز پیاده سازی شده در ماژول BLOCK بسته نرم افزاری StOCNET (نویکی و اسنیجدرز، ۱۹۹۷ و ۲۰۰۱) به همگرایی منجر نشد و مدل بلوکی احتمالی هندکوک، رافتری و تانتروم (۲۰۰۷) در بسته نرم افزاری latentnet پس از سه روز اجرا در پیکره بندی (CPU: Intel Core 2 Duo T7100 1.8 GHz | RAM Memory: 2048 MB) به همگرایی نرسید و پاسخی به دست نیامد. از این رو، مدل بلوکی احتمالی اندرسون و همکارانش، تنها روش صرفه جویانه مدل سازی بلوکی احتمالی است که در شبکه چند رابطه ای تجارت و دیپلماسی بین الملل کاربردی، تعبیر پذیر و واجد مفهوم است. مشارکت اندرسون و همکارانش، مبتنی بر اولین کلاس نمایی از گراف های تصادفی است و در آن برای بنای مدل بلوکی احتمالی، از خوشه بندی بر اساس پارامترهای مدل p_1 برازش شده به داده های رابطه ای استفاده می شود و خوشه بندی K-means توسط اندرسون و همکارانش به کار گرفته شده است. این روش امکان استفاده در محیط های چند رابطه ای را فراهم می کند که از مزیت های روش اندرسون و همکارانش به شمار می رود. از این رو برای درک بهتر به تعریف مدل p_1 نیاز داریم.

مدل p_1 هولند و لینهارد

در ادبیات موضوعی تحلیل شبکه اجتماعی، اولین کلاس از مدل های نمایی گراف های تصادفی مدل p_1 ، نخستین بار توسط هولند و لینهارد (۱۹۸۱) معرفی شد. در مدل احتمالی p_1 ، رخداد هر دو گانه، مستقل از سایر دو گانه ها تلقی می شود. احتمال رخداد هر دو گانه مفروض، به صورت رابطه ۷ است.

$$\log P\{D_{ij} = (X_{ij}, X_{ji})\} = \lambda_{ij} + X_{ij}(\theta + \alpha_i + \beta_j) + X_{ji}(\theta + \alpha_j + \beta_i) + X_{ij}X_{ji}\rho \quad \text{رابطه ۷}$$

در این رابطه، D_{ij} دوگانه متشکل از دو کنشگر i و j به همراه تمام بندهای ممکن بین آنها؛ $\{\alpha_i\}$ پارامترهای معاشرت‌پذیری^۱؛ $\{\beta_i\}$ پارامترهای محبوبیت^۲؛ ρ پارامتر تقابل^۳؛ θ پارامتر انتخاب کلی^۴ و $\{\lambda_{ij}\}$ الزامات ریاضیاتی هستند. حال با استفاده از اصل استقلال دوگانه‌ای برای تابع احتمال کل شبکه داریم:

$$p_1(x) = P\{X = x\} = \prod_{i < j} P(D_{ij}) \quad \text{رابطه ۸}$$

در پژوهش حاضر به منظور برآزش مدل از بسته نرم‌افزاری StOCNET بوئر، هویسمن، اسنیجدرز، ویچرز و زگلینک (۲۰۰۶) استفاده شده است.

ارزیابی برازندگی مدل بلوکی

از آنجا که هر مدل بلوکی در بردارنده نظریه‌ای درباره ساختار اجتماعی است، واجد قابلیت برآورد بندهای رابطه‌ای است. از این رو، مدل بلوکی‌ای که برآورد نزدیکی به مقدار واقعی بندهای رابطه‌ای تولید کند، مدل بلوکی بهتری است. این تعبیر بهتر بودن، معادل برازنده‌تر بودن است که با آماره‌هایی نظیر نسبت درست‌نمایی لگاریتمی، G^2 ، سنجیده می‌شود. این آماره در مشارکت اندرسون و همکاران به عنوان شاخص منعکس‌کننده میزان فقدان برآزش استفاده شده است و در پژوهش حاضر هم به عنوان شاخص ارزیابی نیکویی برآزش استفاده می‌شود.

مدل بلوکی احتمالی برازنده

به دلیل دست‌نیافتن به جواب یکتا توسط الگوریتم K-means (هارتیگان، ۱۹۷۵) به اعمال توسعه‌ای بر مشارکت اندرسون و همکاران برای انتخاب بردار افراز بهینه نیاز داریم. به منظور انجام این توسعه بردار واجد کمینه مقدار آماره G^2 در بین اجراهای متعدد K-means را به عنوان برازنده‌ترین بردار افراز کنشگرها به موقعیت‌ها اختیار می‌کنیم و مدل بلوکی مبتنی بر این بردار افراز را مدل بلوکی احتمالی برازنده می‌نامیم. شبه‌کد مدل‌سازی احتمالی برازنده در شکل ۱ فراهم آمده و تحت R پیاده‌سازی شده است.

-
1. Expansiveness
 2. Popularity
 3. Reciprocity
 4. Overall choice effect

The Fitted Stochastic Blockmodel(FSBM): EXTENSION OF ANDERSON ET.AL'S(1992)**Data:** *network, pCount, requiredRuns, p₁Parameters***Result:** The best fitted partitioning for the number of positions equal to *pCount*

```

1 for runNo ← 1 to requiredRuns do
2   kmCluster ← KMeans(p1Parameters, pCount)
3   if kmCluster is Unique then
4     kmG2 ← add(G2(network, kmCluster))
5     kmClusters ← add(kmCluster)
6   runNo ← runNo+1
7   bestIndex ← bestFinding(kmG2)
8   bestFitted ← kmClusters[bestIndex]
9   fitness ← kmG2[bestIndex]
10 return(bestFitted, fitness)

```

شکل ۱. شبکه‌کد مدل‌سازی بلوکی برازنده

روش‌شناسی پژوهش

در پژوهش حاضر ابتدا به سنجش پیوند بین تجارت و دیپلماسی پرداخته شده است. نتایج این سنجش در آزمون جایگشتی QAP به‌وسیله دستور netlm بسته نرم‌افزاری sna و مدل جایگشتی باتس در بسته نرم‌افزاری netperm0.2 تحت R2.11.1 به‌بوته آزمون گذاشته شده است؛ سپس با استفاده از ماژول p_۲ بسته نرم‌افزاری StOCNET (بوئر و همکاران، ۲۰۰۶)، مدل p_۱ به ماتریس حاصل ضرب دو ماتریس تجارت و دیپلماسی / ترانهاده دیپلماسی، به‌منظور دستیابی به پارامترهای آلفا و بتای چندگانگی / تبادل، برازش داده و سپس پارامترهای برازش‌شده، به‌عنوان ورودی الگوریتم مدل بلوکی احتمالی برازنده مولد مدل بلوکی احتمالی برازنده چندگانگی و تبادل است. با هدف ایجاد امکان مقایسه، بردار افراز تجارت و دیپلماسی که مولد مدل بلوکی احتمالی برازنده تجارت و دیپلماسی است، با استفاده از پارامتر آلفا و بتای مدل p_۱ برازش‌شده به دو ماتریس تجارت و دیپلماسی، بعنوان ورودی الگوریتم مدل بلوکی احتمالی برازنده، به‌دست می‌آید.

یافته‌های پژوهش

حال نتایج سنجش پیوند بین تجارت و دیپلماسی و استخراج ساختار مبتنی بر این پیوند تشریح می‌شود.

سنجش پیوند بین تجارت و دیپلماسی

نتایج محاسبات مربوط به شاخص‌های کتز و پاول و هابرت و بیکر در جدول ۲ تلخیص شده است. همان‌طور که از جدول ۲ و شاخص کتز و پاول پیداست، تبعیت تجارت از دیپلماسی محتمل‌تر است و هم‌رخدادی تجارت و دیپلماسی به گواهی شاخص هابرت و بیکر هم ناچیز نبوده و محتمل است.

جدول ۲. شاخص‌های تطابق دیپلماسی و تجارت

$\Gamma_{Trade \leftarrow Diplomacy} = 0/1803$	شاخص انطباق کتز و پاول (۱۹۵۳)
$\Gamma_{Trade \leftarrow Diplomacy} = 0/391$	شاخص انطباق کتز و پاول (۱۹۵۳)
$\Gamma = R^2_{Trade \leftarrow Diplomacy} = 0/56$	شاخص انطباق هابرت و بیکر (۱۹۷۸)

حال برای ارزیابی آماری از رویه‌های رگرسیون QAP با تعداد جایگشت ۱۰۰,۰۰۰ استفاده می‌کنیم. با توجه به نتایج جدول ۳ برآورد پارامترهای رگرسیون ماتریس رابطه تجارت روی ماتریس رابطه (ترانهاده) دیپلماسی، نمی‌تواند ناچیز یا تصادفی تلقی شود، از این رو پیوند بین تجارت و دیپلماسی / ترانهاده دیپلماسی که مبین اثر چندگانگی / تبادل است ناچیز یا تصادفی نیست.

جدول ۳. نتایج آزمون معناداری رگرسیون تجارت روی دیپلماسی با استفاده از آزمون جایگشتی QAP

Coefficients	Estimate	Pr(<=b)	Pr(>=b)	Pr(>= b)	Significance
(intercept)	0.2635898	1	0	0	***
Diplomacy	0.6248445	1	0	0	***
Residual standard error: 0.4103 on 29754 degrees of freedom					
F-statistic= 1.364e+04 on 1 and 29754 degrees of freedom, p-value= 0					
Multiple R-squared: 0.3143 Adjusted R-squared: 0.3142					
Coefficients	Estimate	Pr(<=b)	Pr(>=b)	Pr(>= b)	Significance
(intercept)	0.2628060	1	0	0	***
Diplomacy ^{Tr}	0.6277357	1	0	0	***
Residual standard error: 0.4095 on 29754 degrees of freedom					
F-statistic= 1.382e+04 on 1 and 29754 degrees of freedom, p-value= 0					
Multiple R-squared: 0.3172 Adjusted R-squared: 0.3171					

از آنجا که پارامتر مدل جایگشتی باتس در داده‌های صفر و یک مقداری نزدیک به ضریب رگرسیون تولید می‌کند، برای حصول همگرایی از ضریب رگرسیون بین ماتریس تجارت و (ترانهاده) دیپلماسی به‌عنوان برآورد اولیه پارامتر استفاده شده است. نتایج برازش مدل جایگشتی باتس از خروجی بسته نرم‌افزاری 0.2 netperm در جدول ۴ تلخیص شده است و نتایج آزمون QAP را تأیید می‌کند و بر معناداری آثار چندگانگی و تبادل صحنه می‌گذارد.

جدول ۴. نتایج آزمون معناداری مدل جایگشتی باتس

Multiplexity Effect	$\hat{\theta}_{MPLE}$	$\hat{\theta}_{MCMC-MLE}$	Standard Error	P(> Z)
Trade ×Diplomacy	0.3719841	0.5201	0.031006	0.000**
Goodness of Fit	Log-Likelihood	DF	AIC	
	-455.9978	1	913.9956	
Exchange Effect	$\hat{\theta}_{MPLE}$	$\hat{\theta}_{MCMC-MLE}$	Standard Error	P(> Z)
Trade ×Diplomacy ^{Tr}	0.382485	0.5112	0.03130892	0.000**
Goodness of Fit	Log-Likelihood	DF	AIC	
	-403.9092	1	809.8183	

ساختار پیوند مبنا در تجارت و دیپلماسی بین‌الملل

در نتیجه ۱۰۰,۰۰۰ بار اجرای الگوریتم K-means در چارچوب الگوریتم مدل بلوکی برازنده، ۵۸۰ بردار افزاینده متمایز به‌دست آمد که همگی کاندید بنای مدل بلوکی احتمالی اندرسون و همکاران، هستند؛ اما از میان آنها بردار افزاینده تنظیم شده در جدول ۵ با آماره $G^T = 28482$ واجد کمترین میزان فقدان برازش است. از این رو توسعه پیشنهادی ما در قالب مدل بلوکی احتمالی برازنده، نقش مؤثری در ابهام‌زدایی از مشارکت اندرسون و همکاران ایفا کرده است. نکته کلیدی حائز اهمیت این است که علاوه بر دلایل ذکرشده در بخش مدل مفهومی، در پشتیبانی ایده به‌کارگیری مشارکت اندرسون و همکاران، تجربه ما در بهینه‌سازی زمان بر آماره G^2 به‌وسیله

الگوریتم‌های متاهیوریستیک مختلف نظیر الگوریتم ژنتیک، جست‌وجوی همسایگی متغیر و الگوریتم جست‌وجوی فاخته، نشان می‌دهد در داده‌های روابط تجاری و دیپلماسی حداکثر ۵ درصد نسبت به مدل بلوکی احتمالی برآورده‌شده چندگانگی و تبادل، در برابری به‌بود حاصل می‌شود و این به معنی حصول پاسخ نزدیک به پاسخ بهینه در زمانی به‌شدت صرفه‌جویانه توسط مدل بلوکی احتمالی برآورده است.

جدول ۵. بردار افراز کشورها به موقعیت‌ها

ردیف	اعضا
۱	انگلستان، ایالات متحده آمریکا، ایتالیا، آلمان، چین، روسیه، ژاپن، فرانسه، هند، بلژیک
۲	آرژانتین، اتریش، اسپانیا، اسرائیل، اندونزی، ایران، آفریقای جنوبی، برزیل، پاکستان، پرتغال، ترکیه، سوئد، سوئیس، عربستان، کانادا، کره جنوبی، لهستان، مالزی، مجارستان، مراکش، مصر، مکزیک، هلند، یونان
۳	اسلواکی، اکراین، الجزایر، ایرلند، بلغارستان، پرو، تایلند، تونس، چک، دانمارک، رومانی، شیلی، فنلاند، فیلیپین، کرواسی، کوبا، کویت، لبنان، لیبی، نیجریه، ونزوئلا
۴	اتیوپی، اردن، استرالیا، امارات متحده عربی، سنگاپور، سنگال، سوریه، قزاقستان، کلمبیا، کنیا، ویتنام
۵	ازبکستان، اوگاندا، بحرین، تاجیکستان، تانزانیا، ترکمنستان، ترینیداد و توباگو، جامائیکا، زامبیا، زیمبابوه، ساحل عاج، صربستان، عمان، کامبوج، کامرون، گابن، لوکزامبورگ، موزامبیک
۶	اروگوئه، استونی، اسلونی، افغانستان، اکوادور، السالوادور، آذربایجان، آلبانی، برونئی، بلاروس، بنگلادش، بوسنی و هرزگوین، بولیوی، پاراگوئه، پاناما، جمهوری دموکراتیک کنگو، دومینیک، زلاندو، سریلانکا، سودان، عراق، غنا، قبرس، قرقیزستان، قطر، کاستاریکا، کره شمالی، گرجستان، گواتمالا، گینه، لائوس، لیتوانی، مالت، مقدونیه، مولدوا، میانمار، نیکاراگوئه، هندوراس، یمن
۷	ایسلند، آفریقای مرکزی، برونئی، بلیز، بنین، بوکینافاسو، پاپوآ گینه نو، توگو، جزایر سلیمان، جمهوری کنگو، جیبوتی، چاد، رواندا، سورینام، سومالی، سیرالئون، فیجی، گویانا، گینه استوایی، لائوس، لیبیا، ماداگاسکار، مالاوی، مالی، مغولستان، موریتانی، موریس، نپال، نیجر، هائیتی، باربادوس
۸	باهاما، تونگا، دومینیکا، ساموآ، سائوتومه و پرنسیپه، سنت کریستوفر ونویس، سنت لوسیا، سنت وینسنت و گرنادین، سیشل، کومور، کیپ ورد، گامبیا، گرانادا، گینه بیسائو، مالدیو، وانواتو

$$G_B^2 = G_{Trade.Diplomacy}^2 + G_{Trade.Diplomacy}^{Tr} = ۱۴۳۳۰.۹۵ + ۱۴۱۵۱.۱۹ = ۲۸۴۸۲.۱۴$$

جدول ۶. جدول چگالی برای دو رابطه تجارت و دیپلماسی

P#	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	-/۹۸	-/۹۹	-/۹۵	-/۸۱
۲	۱/۰۰	-/۹۹	-/۹۷	-/۹۷	-/۷۹	-/۸۳	-/۶۲	-/۳۵
۳	-/۹۹	-/۹۵	-/۸۵	-/۸۳	-/۵۰	-/۶۰	-/۳۵	-/۳۲
۴	-/۹۹	-/۹۰	-/۷۳	-/۷۰	-/۳۶	-/۴۴	-/۲۵	-/۱۸
۵	-/۹۷	-/۷۲	-/۴۴	-/۴۵	-/۳۱	-/۲۲	-/۱۵	-/۰۹
۶	-/۹۵	-/۷۰	-/۵۰	-/۴۴	-/۱۷	-/۲۴	-/۰۷	-/۰۵
۷	-/۷۹	-/۳۹	-/۱۸	-/۱۸	-/۰۸	-/۰۴	-/۰۷	-/۰۴
۸	-/۵۱	-/۱۳	-/۰۵	-/۰۶	-/۰۳	-/۰۲	-/۰۲	-/۰۷

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

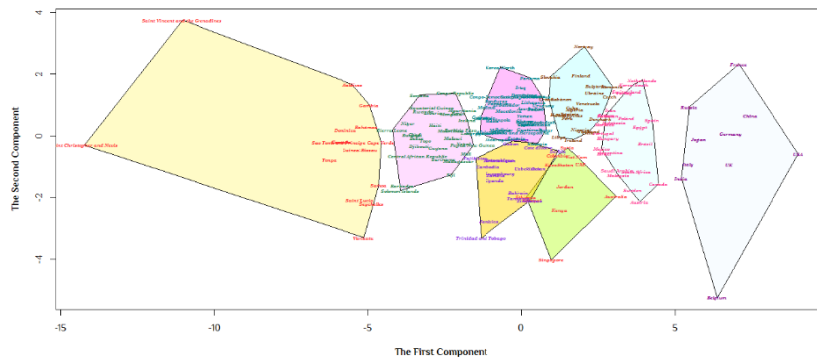
ماتریس تصویر تجارت

P#	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	-/۹۸	-/۸۷	-/۷۸	-/۴۸	-/۱۸
۲	۱/۰۰	-/۹۷	-/۸۴	-/۸۳	-/۳۶	-/۳۸	-/۱۲	-/۰۲
۳	۱/۰۰	-/۹۲	-/۶۳	-/۵۹	-/۲۷	-/۲۶	-/۱۱	-/۰۵
۴	-/۹۸	-/۶۱	-/۲۹	-/۳۰	-/۱۶	-/۱۵	-/۰۶	-/۰۳
۵	-/۸۷	-/۳۱	-/۱۴	-/۱۸	-/۱۰	-/۰۵	-/۰۳	-/۰۰
۶	-/۹۱	-/۵۱	-/۲۵	-/۲۳	-/۱۱	-/۱۱	-/۰۴	-/۰۲
۷	-/۶۵	-/۱۵	-/۰۹	-/۱۲	-/۰۶	-/۰۳	-/۰۳	-/۰۱
۸	-/۳۰	-/۰۴	-/۰۴	-/۰۵	-/۰۱	-/۰۱	-/۰۱	-/۰۰

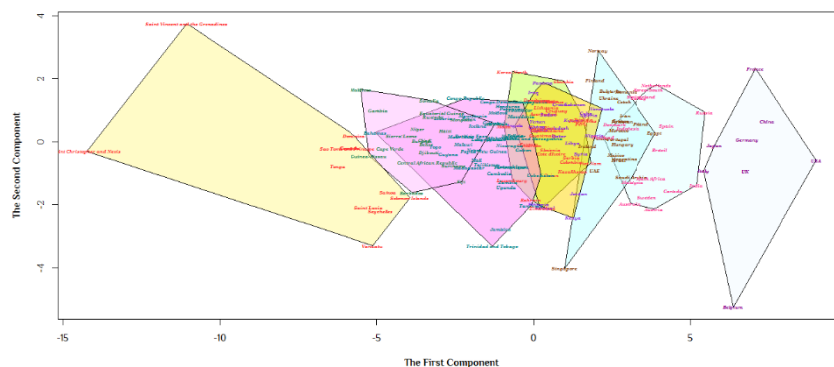
$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

ماتریس تصویر دیپلماسی

با توجه به نمودار خوشه‌بندی پارامترهای آلفا و بتای چندگانگی و تبادل (شکل ۲)، روش پیشنهادی ما مبنایی برای متمایز ساختن موقعیت‌های ساختاری برحسب الگوهای چندگانگی و تبادل به‌وجود آورده است که مدل بلوکی احتمالی برانزنده تجارت و دیپلماسی، به‌گواه نمودار خوشه‌بندی پارامترهای آلفا و بتای چندگانگی و تبادل متناظر با بردار افراز تجارت و دیپلماسی در شکل ۳، در ایجاد آن ناموفق بود. ماتریس‌های چگالی مبین بازنمایی روابط بین موقعیت‌های ساختاری این بردار افراز همراه با ماتریس‌های تصویر متناظر آنها در جدول ۶ تنظیم شده است. نظر به حضور بندهای متراکم/ نامتراکم در مثلث روی/ زیر قطر فرعی در ماتریس چگالی هر دو رابطه تجارت و دیپلماسی، حاکمیت ساختار هسته - پیرامون در ساختار پیشنهادی قابل مشاهده است. به‌علاوه ضریب رگرسیون ۹۲ درصد بین ماتریس چگالی تجارت و (ترانهاده) دیپلماسی به خوبی مبین حضور چندگانگی و تبادل در ساختار پیشنهادی است.



شکل ۲. خوشه بندی پارامترهای چندگانگی و تبادل بر اساس بردار افزایش پیشنهادی چندگانگی و تبادل



شکل ۳. نمودار خوشه بندی پارامترهای چندگانگی و تبادل بر اساس بردار افزایش تجارت و دیپلماسی

تعبیر مدل بلوکی برازنده چندگانگی و تبادل

ابتدا، باید درک درستی از پارامترهای آلفا و بتا برآزش شده به دو ماتریس چندگانگی و تبادل حاصل شود. در ماتریس مبین چندگانگی/تبادل، پارامتر آلفا انعکاس دهنده گرایش همزمان به صادرات و ارسال / پذیرش سفیر هر کشور است، از این رو مثبت بودن این پارامتر حکایت از تمایل همزمان کشور به صادرات و ارسال / پذیرش سفیر دارد. در حالیکه پارامتر بتا تمایل همزمان به واردات و پذیرش / ارسال سفیر را نشان می دهد. اگر گرایش به صادرات، واردات، ارسال سفیر و پذیرش سفیر به ترتیب با حروف S، I، E و A نمادگذاری شود و گرایش به ارسال / پذیرش سفیر، معادل فعالیت / میزبانی دیپلماتیک مد نظر قرار گیرد؛ در این صورت همان گونه که از تلخیص نتایج مقایسه مراکز خوشه متناظر با موقعیت های هشت گانه جدول ۷ پیداست، چهار الگوی متمایز در تعامل تجارت و دیپلماسی قابل مشاهده است.

جدول ۷. مقادیر پارامترهای چندگانگی و تبادل تجمیع شده بر اساس بردار افزای پیشنهادی

P#	α_{SE}	β_{AI}	α_{AE}	β_{SI}	Interpretation
۱	۲/۷۲	۳/۶۲	۴/۰۵	۲/۳۴	$\{A \wedge I > S \wedge X\} \cup \{A \wedge E > S \wedge I\}$ $\therefore A \wedge (EUI) > S \wedge (EUI) \Rightarrow A \wedge T > S \wedge T$ <i>concordance between A and T is stronger than S and T</i>
۴	-۰/۲۲	۱/۳۱	۱/۴۶	-۰/۴۵	
۵	-۰/۶۴	-۰/۰۸	۰/۴۴	-۱/۱۷	
۲	۱/۶۸	۱/۴۷	۲/۰۱	۱/۱۳	$\{S \wedge E > A \wedge I\} \cup \{A \wedge E > S \wedge I\}$ $\therefore (AUS) \wedge E > (AUS) \wedge I \Rightarrow D \wedge E > D \wedge I$ <i>concordance between E and D is stronger than I and D</i>
۳	۱/۴۶	-۰/۳۶	۰/۶۵	۱/۱۷	
۶	-۰/۲۱	-۰/۴۶	-۰/۵۴	۰/۳۳	$\{S \wedge E > A \wedge I\} \cup \{S \wedge I > A \wedge E\}$ $\therefore S \wedge (EUI) > A \wedge (EUI) \Rightarrow S \wedge T > A \wedge T$ <i>concordance between S and T is stronger than A and T</i>
۷	-۱/۵۴	-۱/۱۹	-۱/۸۹	-۰/۸۶	
۸	-۳/۴۷	-۲/۲۹	-۴/۲۶	-۲/۳۱	$\{A \wedge I > S \wedge E\} \cup \{S \wedge I > A \wedge E\}$ $\therefore (AUS) \wedge I > (AUS) \wedge E \Rightarrow D \wedge E > D \wedge I$ <i>concordance between I and D is stronger than E and D</i>

۱. تجارت متأثر از میزبانی دیپلماتیک، این الگو در موقعیت‌های ۱، ۴ و ۵ حاکم است. در این موقعیت‌ها، گرایش همزمان واردات و پذیرش سفیر/ صادرات و پذیرش سفیر بر گرایش همزمان صادرات و ارسال سفیر/ واردات و ارسال سفیر غلبه دارد. یعنی گرایش همزمان پذیرش سفیر و (صادرات یا واردات) قوی‌تر از گرایش همزمان ارسال سفیر (صادرات یا واردات) است. بنابراین، هم‌رخدای بندهای تجاری با پذیرش سفیر بیش از هم‌رخدای بندهای تجاری با ارسال سفیر است. پس تجارت بیش از آن که با فعالیت دیپلماتیک هماهنگ باشد با میزبانی دیپلماتیک هماهنگ است.
۲. تجارت متأثر از فعالیت دیپلماتیک، موقعیت‌های ۳ و ۶ از این الگو پیروی می‌کنند. در این الگو گرایش همزمان واردات و ارسال سفیر/ صادرات و ارسال سفیر بر گرایش همزمان صادرات و پذیرش سفیر/ واردات و پذیرش سفیر غلبه دارد؛ یعنی گرایش همزمان ارسال سفیر (صادرات یا واردات) قوی‌تر از گرایش همزمان پذیرش سفیر (صادرات یا واردات) است. از این رو، هم‌رخدای بندهای تجاری با ارسال سفیر بیش از هم‌رخدای بندهای تجاری با پذیرش سفیر است. پس تجارت بیش از آن که متأثر از میزبانی دیپلماتیک باشد، از فعالیت دیپلماتیک متأثر است.
۳. دیپلماسی متأثر از صادرات، موقعیت ۲ واجد این الگو است. در این موقعیت، گرایش همزمان صادرات و ارسال سفیر/ پذیرش سفیر بر گرایش همزمان واردات و پذیرش سفیر/ ارسال سفیر غلبه دارد؛ یعنی گرایش همزمان صادرات (ارسال یا پذیرش سفیر) قوی‌تر از گرایش همزمان واردات (ارسال یا پذیرش سفیر) است. پس هم‌رخدای بندهای دیپلماتیک و

صادرات بیش از هم‌رخدادی بندهای دیپلماتیک و واردات است. از این رو بندهای دیپلماتیک بیش از آن که هماهنگ با واردات باشند، هماهنگ با صادرات هستند.

۴. دیپلماسی متأثر از واردات. موقعیت‌های ۷ و ۸ از این الگو پیروی می‌کنند. در این الگو گرایش همزمان واردات و پذیرش سفیر/ واردات و ارسال سفیر بر گرایش همزمان صادرات و ارسال سفیر/ صادرات و پذیرش سفیر غلبه دارد؛ یعنی گرایش همزمان واردات (ارسال یا پذیرش سفیر) قوی‌تر از گرایش همزمان صادرات (ارسال یا پذیرش سفیر) است. پس هم‌رخدادی بندهای دیپلماتیک و واردات بیش از هم‌رخدادی بندهای دیپلماتیک و صادرات است. بنابراین، بندهای دیپلماتیک بیش از آن که متأثر از صادرات باشند، هماهنگ با واردات هستند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در پژوهش حاضر ضمن مرور تفصیلی ادبیات موضوعی در زمینه شاخص‌های پیوند بین روابط در محیط‌های چند رابطه‌ای، این شاخص‌ها در سنجش پیوند بین تجارت و دیپلماسی به کار گرفته شد و به استناد مقادیر مثبت و ناصفر شاخص کتز و پاول، شاخص هابرت و بیکر، آزمون QAP و مدل جایگشت گراف تصادفی باتس، چندگانگی و تبادل در شبکه تجاری و دیپلماتیک معنادار تشخیص داده شدند؛ از این رو، مدل بلوکی احتمالی برازنده چندگانگی و تبادل بنا شد. تعبیر این مدل بلوکی هماهنگ با چندگانگی و تبادل، آشکارا چهار الگوی رفتار رابطه‌ای را مطرح می‌کند: تجارت متأثر از میزبانی دیپلماتیک، تجارت متأثر از فعالیت دیپلماتیک، دیپلماسی متأثر از صادرات و دیپلماسی متأثر از واردات. اگرچه ساختار پیوند مبنای پیشنهادی در ایجاد تمایز موقعیت‌های ساختاری برحسب الگوهای چندگانگی و تبادل، موفق عمل می‌کند، به اجرای پژوهش‌های تکمیلی در راستای نحوه اعمال آن در دل ساختار تجارت و دیپلماسی بین‌الملل نیاز دارد. از طرفی بنا به محدودیت‌های داده‌ای، امکان بررسی اثر متقابل الگوهای چهارگانه در متغیرهای کلان اقتصادی اجتماعی نظیر درآمد سرانه، رشد ناخالص ملی و سطح آموزش و بهداشت فراهم نشد که می‌تواند در پژوهش‌های آتی در واکاوی بیشتر الگوهای چهارگانه مؤثر باشد.

فهرست منابع

رضایی‌نور، ج، لسانی، ر، زکی‌زاده، ع، صفامجید، غ. (۱۳۹۳). بررسی شبکه‌های همکاری نویسندگی در حوزه فناوری اطلاعات با استفاده از تکنیک‌های شبکه‌های اجتماعی. نشریه علمی - پژوهشی مدیریت فناوری اطلاعات، ۶(۲)، ۲۵۰-۲۲۹.

جلالی، س.م.ج.، مهدی‌زاده، ا. (۱۳۹۵). بررسی روند کسب‌وکار الکترونیکی با استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل شبکه اجتماعی در سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۵. *نشریه علمی - پژوهشی مدیریت فناوری اطلاعات*، ۸ (۳)، ۴۴۹-۵۱۸.

ایرانی، م.، حقیقی، م. (۱۳۹۲). تأثیر شبکه‌های اجتماعی بر پایداری کسب‌وکارهای اینترنتی (با تأکید بر نقش میانجی قصد کارآفرینانه در شرکت‌های اینترنتی درگاه بانک ملت). *نشریه علمی - پژوهشی مدیریت فناوری اطلاعات*، ۵ (۴)، ۲۳-۴۶.

مردانی، ا.، مردانی، ا. (۲۰۱۵). تحلیل شبکه اجتماعی هم‌تألیفی مقالات علمی سیستم‌های اطلاعاتی. *نشریه علمی - پژوهشی مدیریت فناوری اطلاعات*، ۷ (۴)، ۹۰۹-۹۳۰.

Abbasi, A., Altmann, J. & Hossain, L. (2011). Identifying the effects of co-authorship networks on the performance of scholars: A correlation and regression analysis of performance measures and social network analysis measures. *Journal of Informetrics*, 5(4), 594-607.

Acedo, F. J., Barroso, C., Casanueva, C., & Galán, J. L. (2006). Co-authorship in management and organizational studies: An empirical and network analysis. *Journal of Management Studies*, 43(5), 957-983.

Anderson, C.J., Wasserman, S. & Faust, K. (1992). Building stochastic blockmodels. *Social Networks*, 14(1), 137-161.

Boer, P., Huisman, M., Snijders, T., Wichers, L. & Zeggelink, E. (2006). *StOCNET: an open software system for the advanced analysis of social networks*. Version 1.7. ICS. Science Plus, Groningen.

Bollen, K. (1983). World system position, dependency, and democracy: The cross-national evidence. *American Sociological Review*, 48(4), 468-479.

Burt, R. S. (1992). *Structural hole*. Harvard Business School Press, Cambridge, MA.

Burt, R. S. (1997). The contingent value of social capital. *Administrative science quarterly*, 42(2), 339-365.

Butts, C. T. (2007). Permutation models for relational data. *Sociological Methodology*, 37(1), 257-281.

Dekker, D., Krackhardt, D. & Snijders, T. (2003). Multicollinearity robust QAP for multiple regression. *Paper presented at the 1st annual conference of the North American Association for Computational Social and*

Organizational Science. Available in: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.149.9414&rep=rep1&type=pdf>.

- Doreian, P., Batagelj, V. & Ferligoj, A. (2005). *Generalized blockmodeling* (Vol. 25). Cambridge university press.
- Emilie, M., & Hafner-Burton, M. K. (2009). Network analysis for international relations, *International Organization*, 63(3), 559-592.
- Fienberg, S. E., Meyer, M. M. & Wasserman, S. S. (1985). Statistical analysis of multiple sociometric relations. *Journal of the american Statistical association*, 80(389), 51-67.
- Hafner-Burton, E. M., Kahler, M., & Montgomery, A. H. (2009). Network analysis for international relations. *International Organization*, 63(3), 559-592.
- Handcock, M. S., Raftery, A. E., & Tantrum, J. M. (2007). Model-based clustering for social networks. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, 170(2), 301-354.
- Hartigan, J. A. (1975). Clustering algorithms.
- Holland, P. W. & Leinhardt, S. (1971). Transitivity in structural models of small groups. *Comparative Group Studies*, 2(2), 107-124.
- Holland, P. W. & Leinhardt, S. (1981). An exponential family of probability distributions for directed graphs: Rejoinder. *Journal of the american Statistical association*, 76(373), 62-65.
- Hubert, L. & Schultz, J. (1976). Quadratic assignment as a general data analysis strategy. *British journal of mathematical and statistical psychology*, 29(2), 190-241.
- Hubert, L. J., & Baker, F. B. (1978). Evaluating the conformity of sociometric measurements. *Psychometrika*, 43(1), 31-41 .
- Irani, M. & Haghighi, M. (2013). The Impact of Social Networks on the Internet Business Sustainability (With Emphasis on the Intermediary Role of Entrepreneurial Purpose of Online Branches of Mellat Bank's Portal). *Journal of Information Technology Management*, 5(4), 23-46. (in Persian)

- Jalali, M. J. & Mahizadeh, E. (2016). The Investigation of E-Business Trends by Using Social Network Analysis Technique during 1980 to 2015. *Journal of Information Technology Management*, 8 (3), 499-518. (in Persian)
- Katsaros, D., Dimokas, N. & Tassiulas, L. (2010). Social network analysis concepts in the design of wireless ad hoc network protocols. *IEEE network*, 24(6), 23-29.
- Katz, L. & Powell, J. H. (1953). A proposed index of the conformity of one sociometric measurement to another. *Psychometrika*, 18(3), 249-256.
- Krackhardt, D. (1988). Predicting with networks: Nonparametric multiple regression analysis of dyadic data. *Social Networks*, 10(4), 359-381.
- Lorrain, F. & White, H. C. (1971). Structural equivalence of individuals in social networks. *The Journal of mathematical sociology*, 1(1), 49-80.
- Mantel, N. (1967). The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer research*, 27(2 Part 1), 209-220.
- Mardani A H & Mardani E.(2015), Social Network Analysis of the Co-authorship Network in the Scientific Articles of Information Systems, *Journal of Information Technology Management (JITM)*, 7(4), 909-930. (in Persian)
- Nowicki, K. & Snijders, T.A.B. (2001). Estimation and prediction for stochastic blockstructures. *Journal of the american Statistical association*, 96(455), 1077-1087.
- Pattison, P. & Wasserman, S. (1999). Logit models and logistic regressions for social networks: II. Multivariate relations. *British journal of mathematical and statistical psychology*, 52(2), 169-193.
- Peacock, W. G., Hoover, G. A. & Killian, C. D. (1988). Divergence and convergence in international development: a decomposition analysis of inequality in the world system. *American Sociological Review*, 53(6), 838-852.
- Rezaeenour, J., Lesani, R., Zakizadeh, A. & Safamajid, G. (2014). Evaluating Authorship Collaboration Networks in the Field of Information Technology Using Social Network Techniques. *Journal of Information Technology Management*, 2(6), 229-250. (in Persian)

- Sacks, M. A., Ventresca, M. J. & Uzzi, B. (2001). Global Institutions and Networks Contingent Change in the Structure of World Trade Advantage, 1965-1980. *American Behavioral Scientist*, 44(10), 1579-1601.
- Sharara, H., Singh, L., Getoor, L. & Mann, J. (2012). Finding prominent actors in dynamic affiliation networks. *Human Journal*, 1(1), 1-14.
- Smith, D. A. & White, D. R. (1992). Structure and dynamics of the global economy: network analysis of international trade 1965–1980. *Social forces*, 70(4), 857-893.
- Snijders, T. A. & Nowicki, K. (1997). Estimation and prediction for stochastic blockmodels for graphs with latent block structure. *Journal of classification*, 14(1), 75-100.
- Snyder, D. & Kick, E. L. (1979). Structural position in the world system and economic growth, 1955-1970 :A multiple-network analysis of transnational interactions. *American journal of sociology*, 84(5), 1096-1126.
- Takes, F. W. & Kusters, W. A. (2011). Identifying prominent actors in online social networks using biased random walks. *Paper presented at the Proceedings of the 23rd Benelux Conference on Artificial Intelligence (BNAIC)*.
- Van Rossem, R. (1996). The world system paradigm as general theory of development: A cross-national test. *American Sociological Review*, 61(3), 508-527.
- Wallerstein, I. (1974a). *The modern world-system: Capitalist agriculture and the origins of the European world-economy in the sixteenth century*. Academic Press.
- Wallerstein, I. (1974b). The rise and future demise of the world capitalist system: concepts for comparative analysis. *Comparative studies in society and history*, 16(4), 387-415.
- Wallerstein, I. (1976). Semi-peripheral countries and the contemporary world crisis. *Theory and Society*, 3(4), 461-483.
- Wasserman, S. & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications* (Vol. 8): Cambridge university press.

Wasserman, S. (1987). Conformity of two sociometric relations. *Psychometrika*, 52(1), 3-18.

Winship, C. & Mandel, M. (1983). Roles and positions: A critique and extension of the blockmodeling approach. *Sociological Methodology*, 1984, 314-344.