


# Analysis of the economic strategy of the factors affecting the trade of basic agricultural products between Iran and the member countries of the Eurasian Economic Union using the network and gravity approach

**Ali Fakour**

Department of Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran (Corresponding author).


fakourali28@gmail.com

 0009-0002-6061-9422

**karim Azarbijani**

Department of Economics-University of Isfahan, Isfahan, Iran.


k\_azarbajani@ase.ui.ac.ir

 0000-0002-6561-0809

**Mohammad Vaez Barzani**

Department of Economics-University of Isfahan, Isfahan, Iran.

vaez@ase.ui.ac.ir

 0000-00001-6351-2060

## Abstract

This study examines the economic strategy of trade in basic agricultural products between Iran and the Eurasian Economic Union member states. The main objective of this study is to analyze how variables such as the GDP of the exporting and importing countries, economic similarity, distance, cultural similarity, and clustering index as a network variable affect the volume of trade in basic agricultural products. In order to examine these relationships, the network approach and the gravity model were used to identify the existing potential for trade development and to evaluate the factors affecting the volume and direction of this trade. The results show that a 1% increase in Iran's GDP increases the volume of agricultural products by 1.35%, while a 1% increase in the GDP of exporting countries increases the volume of trade by 2.35%. On the other hand, a 1-unit increase in the clustering index leads to a 55.6-unit decrease in the volume of trade. The variables of economic similarity, distance, and cultural similarity were meaningless. Based on these results, it is recommended that economic policies be adopted based on strengthening domestic production and strengthening economic solidarity between Iran and other countries.

**Keywords:** Commercial capacity, Primary agricultural products, Food security, Gravity model, Network model, Iran, member countries of the Eurasian Economic Union.

**JEL Classification:** F10, F13, F19, F14

# تحلیل راهبرد اقتصادی عوامل مؤثر بر تجارت محصولات اساسی کشاورزی بین ایران و کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی اوراسیا با استفاده از رویکرد شبکه و جاذبه

علی فکور

دانشجوی دکتری، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول).  
fakourali28@gmail.com ID 0009-0002-6061-9422

کریم آذربایجانی

استاد تمام گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.  
k\_azarbayjani@ase.ui.ac.ir ID 0000-0002-6561-0809

محمد واعظ برزانی

دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.  
vaez@ase.ui.ac.ir ID 0000-00001-6351-2060

## چکیده

این پژوهش به بررسی راهبرد اقتصادی تجارت محصولات اساسی کشاورزی میان ایران و کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی اوراسیا، پرداخته است. هدف اصلی این پژوهش، تحلیل چگونگی تأثیرگذاری متغیرها از جمله تولید ناخالص داخلی کشور صادرکننده و واردکننده، تشابه اقتصادی، مسافت، تشابه فرهنگی و شاخص خوشه‌بندی به‌عنوان متغیر شبکه بر حجم تجارت محصولات اساسی کشاورزی است. به‌منظور بررسی این روابط، از رهیافت شبکه و مدل جاذبه استفاده شده تا ظرفیت‌های موجود برای توسعه تجارت شناسایی و عوامل تأثیرگذار بر حجم و جهت‌گیری این تجارت ارزیابی شود. نتایج نشان می‌دهد که افزایش ۱ درصدی تولید ناخالص داخلی ایران موجب افزایش ۱/۳۵ درصدی حجم تجارت محصولات کشاورزی می‌شود، درحالی‌که افزایش ۱ درصدی تولید ناخالص داخلی کشورهای صادرکننده، حجم تجارت را به میزان ۲/۳۵ درصد افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، افزایش ۱ واحدی شاخص خوشه‌بندی منجر به کاهش ۶/۵۵ واحدی حجم تجارت می‌شود. متغیرهای تشابه اقتصادی، مسافت و تشابه فرهنگی بی‌معنا بوده است. بر اساس این نتایج، توصیه می‌شود سیاست‌های اقتصادی مبتنی بر تقویت تولید داخلی و تقویت همبستگی اقتصادی میان ایران و سایر کشورها اتخاذ شود.

**کلیدواژه‌ها:** ظرفیت تجاری، محصولات اساسی کشاورزی، امنیت غذایی، مدل جاذبه، مدل شبکه، ایران، کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی اوراسیا.

طبقه‌بندی JEL: F10, F13, F19, F14

شاپای الکترونیک: ۲۵۸۸-۶۵۶۸ / پژوهشکده تحقیقات راهبردی / فصلنامه علمی پژوهشی راهبرد اقتصادی

doi 10.22034/es.2025.489585.1813



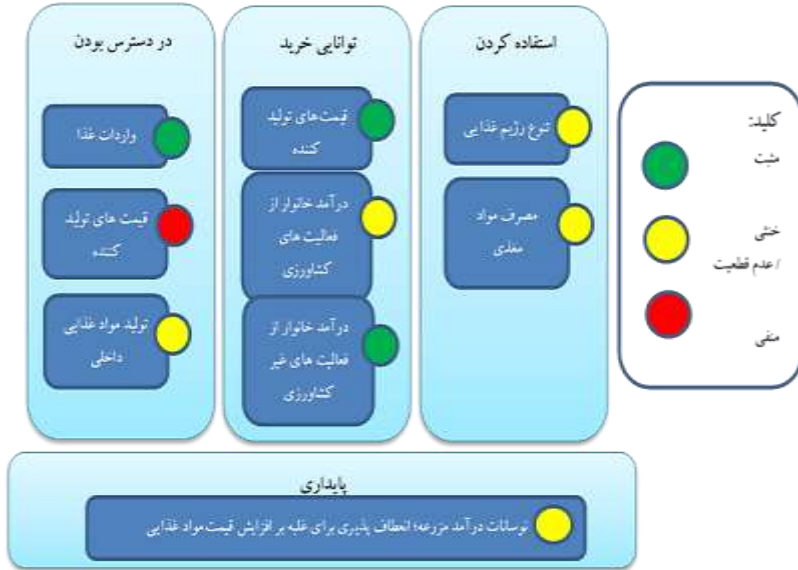
مسئولیت مقاله از نظر محتوای علمی و نظریات مطرح‌شده در متن آن، به عهده نویسندگان و یا نویسنده مسئول مقاله می‌باشد و مورد تأیید / عدم تأیید صاحب امتیاز نشریه راهبرد اقتصادی نمی‌باشد.

## مقدمه و بیان مسئله

تجارت و تأمین امنیت غذایی دو جنبه بسیار حیاتی و مرتبط با یکدیگر در جوامع بشری محسوب می‌شوند. امنیت غذایی به‌عنوان یکی از اصول اساسی توسعه کشور، هدفی است که اجتماعات در سراسر جهان به دنبال رسیدن به آن هستند. تضمین تأمین غذا و تغذیه مناسب برای تمامی افراد، در شرایط عادی و در برابر شوک‌های مختلف، از اهمیت بالایی برخوردار است. باید توجه داشت که یکی از مهم‌ترین روش‌های تأمین امنیت غذایی در دنیای نوین اقتصادی بهره‌گیری از امکانات و ظرفیت‌های سایر کشورها است. این مهم با استفاده از مفهومی بنام تجارت قابل دستیابی است. تجارت اثرهای مثبت و منفی بر امنیت غذایی دارد. از جنبه مثبت، تجارت می‌تواند به تعادل در تفاوت‌های منطقه‌ای آب‌وهوا و تنوع زیستی کمک کند و می‌تواند انتخاب مصرف‌کننده را با متعادل کردن کسری و مازاد مواد غذایی در بازارهای داخلی گسترش دهد (Mpajb, B. & Bilali, 2021; Van Berkum, 2021). علاوه‌براین، تجارت می‌تواند تولیدکنندگان خرد را در معرض رقابت بیشتر قرار دهد و «انتقال غذا» را سرعت بخشد؛ بنابراین، آزادسازی تجاری برای اطمینان از اینکه تجارت به‌طور مثبت به امنیت غذایی کمک می‌کند، مهم است. کشورهای کم‌درآمد با کمبود غذا از طریق تجارت می‌توانند رقابت‌پذیری بخش غذا و کشاورزی خود را تقویت کرده و امنیت غذایی ملی را تقویت کنند (Brooks & Matthews, 2015; Martin & Laborde, 2018)؛ بنابراین با توجه به اهمیت تجارت در تأمین امنیت غذایی، نحوه ارتباط مثبت تجارت بین‌الملل با هر چهار بُعد امنیت غذایی در زیر بیان شده است:

- تجارت با امکان بخشیدن به واردات برای پوشش کمبود عرضه داخلی به در دسترس بودن مواد غذایی کمک می‌کند؛ بنابراین کمک قابل‌توجهی به تأمین تقاضای غذا در کشورهای دارای کمبود مواد غذایی می‌کند.
- تجارت با تسریع رشد اقتصادی - که درآمد و قدرت خرید غذا را افزایش می‌دهد - و با کاهش قیمت مصرف‌کننده، دسترسی به غذا را افزایش می‌دهد.
- تجارت با افزایش تقاضا در کشورها که ناشی از رشد اقتصادی و افزایش درآمدها است، به بهبود تقاضای غذا کمک می‌کند. همچنین، تجارت می‌تواند با فراهم کردن محصولات غذایی متنوع که ممکن است به‌صورت محلی در دسترس نباشند، به گسترش تنوع رژیم غذایی کمک کند.

• تجارت با متعادل‌سازی مازاد و کمبود مواد غذایی، کاهش تأثیرات فصلی بر دسترسی به مواد غذایی محلی و کاهش آسیب‌پذیری بازارهای محلی در برابر سیاست‌ها یا شوک‌های آب‌وهوایی، به افزایش ثبات غذا کمک می‌کند. اثرهای تجارت بر ابعاد مختلف امنیت سیستم غذایی می‌تواند مثبت، منفی یا خنثی باشد، همچنین می‌تواند برای هر بخش از جامعه (به‌عنوان مثال تولیدکننده مواد غذایی، مصرف‌کننده، تاجر، فعالیتهای غیرکشاورزی) متفاوت باشد (شکل ۱).



Source: (Van Berkum, 2021)

### شکل (۱): چگونه تجارت بین‌الملل بر چهار بُعد امنیت غذایی در کشورهای دارای کمبود غذایی تأثیر می‌گذارد

استفاده از مدل‌های شبکه و جاذبه در تحلیل‌های تجارت بین‌الملل به‌طور فزاینده‌ای در میان اقتصاددانان محبوب شده است. در این زمینه، رویکرد شبکه‌ای در مطالعات مرتبط با تجارت جهانی نیز به‌طور گسترده‌ای به‌کار گرفته شده است (مانند پژوهش‌های: Serrano & Boguna; 2003; Kastelle & Steen; 2005). این مطالعات، تجارت میان کشورها را به‌عنوان یک شبکه می‌بینند که در آن کشورها به‌عنوان گره‌ها و روابط تجاری میان آن‌ها به‌عنوان یال‌های ارتباطی عمل می‌کنند. با توجه به اهمیت مدل‌های شبکه در تحلیل جایگاه تجاری کشورها در شبکه تجارت جهانی، استفاده از این مدل‌ها و بررسی این مسئله، به‌ویژه در زمینه تجارت محصولات

کشاورزی اساسی که حوزه‌ای نسبتاً نوظهور است، اهمیت زیادی دارد و می‌تواند در توسعه مبانی نظری این حوزه تأثیرگذار باشد؛ بنابراین، این پژوهش نقش حیاتی در گسترش ادبیات مدل‌های شبکه در تجارت محصولات کشاورزی ایفا می‌کند.

اوراسیا برای ایران از جنبه‌های مختلفی اهمیت دارد. این منطقه به دلیل موقعیت جغرافیایی و راهبردی خود، ایران را به بازارهای آسیایی، اروپایی و روسیه متصل می‌کند و در مسیر کریدورهای حمل‌ونقل بین‌المللی قرار دارد که نقشی حیاتی در توسعه تجارت و ترانزیت کالا ایفا می‌کند. علاوه بر این، کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی اوراسیا مانند: روسیه، بلاروس، قزاقستان، قرقیزستان و ارمنستان، به‌عنوان شرکای تجاری بالقوه و نزدیک، فرصت‌های اقتصادی گسترده‌ای را برای ایران فراهم می‌کنند.

در این میان، امنیت غذایی به‌عنوان یکی از محورهای اساسی تجارت با اوراسیا است. اوراسیا با داشتن منابع غنی کشاورزی و تولید گسترده مواد غذایی، می‌تواند نیازهای ایران را در حوزه تأمین مواد غذایی برطرف کند و ازسوی دیگر، ایران نیز می‌تواند با صادرات محصولات کشاورزی و غذایی خود به کشورهای این منطقه، به تقویت تراز تجاری بپردازد. بررسی امنیت غذایی در تجارت با اوراسیا به این دلیل اهمیت دارد که وابستگی کمتر به واردات از سایر نقاط جهان، کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل، و دسترسی پایدار به منابع غذایی را برای ایران به همراه دارد. ازسوی دیگر، همکاری‌های تجاری در این زمینه می‌تواند در کاهش تأثیرات شوک‌های اقتصادی و آب‌وهوایی بر بازارهای داخلی و افزایش ثبات غذایی نقش مؤثری داشته باشد. هدف اصلی این مطالعه بررسی ویژگی‌های کلی شبکه تجارت محصولات اساسی کشاورزی در سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ بین ایران و اعضای اتحادیه اقتصادی اوراسیا و شناسایی جایگاه ایران در این شبکه و واردکردن شاخص‌های شبکه در مدل جاذبه جهت بررسی بهتر جریان تجارت محصولات اساسی کشاورزی است که این موضوع تا قبل از این مطالعه مورد بررسی قرار نگرفته است؛ بنابراین با توجه به اهمیت تجارت در تأمین امنیت غذایی پایدار و تأثیرگذاری آن بر شاخص‌های امنیت غذایی و همچنین نقش شبکه تجارت و تأثیر آن در مدل جاذبه تجارت، در این پژوهش شبکه جریان تجاری بین ایران و اتحادیه اقتصادی اوراسیا<sup>۱</sup> در محصولات اساسی کشاورزی<sup>۱</sup> به‌عنوان یکی از شرکای اصلی تجارت کشور

۱. اتحادیه اقتصادی اوراسیا یک اتحادیه اقتصادی و سیاسی متشکل از پنج کشور در اوراسیا است که به‌منظور ارتقای یکپارچگی اقتصادی و همکاری بین کشورهای عضو آن ایجاد شده است. هدف این اتحادیه ایجاد بازار مشترک، تسهیل حرکت آزاد کالا، خدمات، سرمایه و نیروی کار و افزایش رقابت

بررسی می‌شود. در ادامه، ابتدا شبکه تجارت کشاورزی و مدل جاذبه بررسی می‌شود. در بخش بعدی، مبانی نظری و مطالعات انجام شده بررسی شده و در ادامه مدل پژوهش ارائه شده است. سپس نتایج بحث شده و در پایان، نتیجه‌گیری و توصیه‌ها ارائه خواهد شد.

## ۱. مبانی نظری

مدل جاذبه یکی از ابزارهای رایج برای تحلیل جریان‌های تجاری میان کشورها در حوزه تجارت بین‌الملل است. این مدل که برای نخستین بار توسط تینبرگن و پایتون در سال ۱۹۶۲ از علم فیزیک به اقتصاد وارد شد، بیان می‌کند که جریان تجاری بین دو کشور (Fij) به‌طور مستقیم با اندازه اقتصادی آن‌ها که معمولاً از طریق تولید ناخالص داخلی (GDP) یا تولید ناخالص داخلی سرانه اندازه‌گیری می‌شود، ارتباط مثبت دارد. از سوی دیگر، این جریان‌های تجاری با فاصله جغرافیایی بین دو کشور (Dij) رابطه معکوس دارند. در این مدل، G به‌عنوان یک ثابت در نظر گرفته می‌شود.

$$F_{ij} = G \frac{Y_i^\alpha Y_j^\beta}{D_{ij}^\delta} \quad (\text{معادله-۱})$$

در معادله جاذبه نیوتن اجرام به یکدیگر نیرو وارد می‌کنند و می‌توان آنها را در فرم رأس‌ها و یال‌ها نمایش داد. به این معنی که رأس‌ها هر جسم و نیروی بین آنها یال‌ها باشند. مدل جاذبه تجارت نیز از نظر ماهیت می‌تواند به‌صورت شبکه در نظر گرفته شود. در این شبکه کشورها نقش رأس‌ها و روابط تجاری نقش یال‌ها را ایفا می‌کنند. از طرفی در مدل جاذبه علی‌رغم آنکه روابط تجاری توسط بنگاه‌ها و صادرکنندگان شکل می‌گیرند، از داده‌های کلی و داده‌های در سطح خرد و بنگاهی به‌منظور بررسی عوامل مؤثر بر تجارت استفاده می‌شود. یک سیستم پیچیده از مجموعه‌ای از اعضای شبیه یا متفاوت از یکدیگر است و این اعضا ممکن است با یکدیگر ارتباط پیچیده یا غیر پیچیده داشته باشند. در سیستم‌های پیچیده رفتار و هدف کلی سیستم می‌تواند متفاوت از رفتار تک‌تک اعضای تشکیل‌دهنده آن باشد

اقتصادی در منطقه است. کشورهای عضو عبارت‌اند از: روسیه، بلاروس، قزاقستان، ارمنستان و قرقیزستان. تشکیل اتحادیه اقتصادی اوراسیا توسط روسیه آغاز شد و به‌طور رسمی در اول ژانویه ۲۰۱۵ پس از امضای معاهده اتحادیه اقتصادی اوراسیا در سال ۲۰۱۴ به وجود آمد (تارنمای اتحادیه اقتصادی اوراسیا، ۲۰۲۳).

۱. کالاهای اساسی مورد نظر در این مقاله شامل گندم، جو، شلتوک، ذرت، سویا و دانه‌های روغنی است.

(Haken, 2006). در نظر گرفتن تجارت به صورت یک شبکه پیچیده نیز به این معنی است که با وجود نقش مهم اعضاء و کشورها در شکل گرفتن رفتار کلی شبکه، رفتاری که در تجارت جهانی مشاهده می شود پیچیدگی بیشتری از رفتار تک تک کشورها دارد و این تفاوت رفتار در اجزا و کل سیستم در تصریح مدل جاذبه نیز دیده می شود و از این طریق نیز میان شبکه و مدل جاذبه رابطه برقرار است.

بزرگ ترین نقطه ضعف مدل های جاذبه کلاسیک لحاظ نکردن نقش کشورهای ثالث بر جریان تجارت است. این ضعف منجر به شکل گیری مدل های جاذبه نوین همانند: اندرسن و ون وینکوپ<sup>۱</sup> (۲۰۰۳) شده است. همان طور که در مدل اندرسن و ون وینکوپ مشاهده گردید، معادله جاذبه را می توان به صورت رابطه ۲ نوشت:

$$x_{ij} = \frac{y_i y_j}{y_w} \left( \frac{t_{ij}}{P_i P_j} \right)^{1-\sigma} \quad (\text{معادله-۲})$$

در این رابطه قیمت های تعادلی برابرند با:

$$\begin{cases} P_i^{1-\sigma} = \sum_j \left( \frac{t_{ij}}{P_j} \right)^{1-\sigma} \theta_j \\ P_j^{1-\sigma} = \sum_i \left( \frac{t_{ij}}{P_i} \right)^{1-\sigma} \theta_i \end{cases} \quad (\text{معادله-۳})$$

طبق رابطه اندرسن و ون وینکوپ، تجارت بین دو کشور  $i$  و  $j$  که با  $x_{ij}$  نمایش داده می شود، با درآمدهای  $y_i$  و  $y_j$  نسبت به درآمد جهان  $y_w$ ، هزینه های متغیر تجاری  $t_{ij}$ ، کشش جانشینی که بزرگ تر از یک است و بین همه کشورها مشترک است  $\sigma$  و عبارات محدودیت های چندگانه  $P_i$  و  $P_j$  که دربرگیرنده سهم از درآمد جهانی هستند  $\theta_i \equiv y_i / y_w$  توضیح داده می شود. تغییر در هزینه های تجارت از دو کانال بر تجارت بین کشورها اثر می گذارد. یکی اثر مستقیم است که از طریق رابطه ۲ بر تجارت دوجانبه تأثیر می گذارد و دیگر از طریق شاخص های قیمت واردکننده و صادرکننده ای است که در رابطه ۳ مشخص است. هرچه این شاخص ها (محدودیت چندگانه) بزرگ تر باشند، تجارت بین دو کشور نیز بیشتر خواهد بود. همان طور که از این روابط مشاهده می شود، تغییر قیمت در کشوری دیگر می تواند رابطه تجاری دو کشور  $i$  و  $j$  را تحت تأثیر خود قرار دهد و بیانگر این مسئله است که تمامی کشورها می توانند بر تجارت دوجانبه تأثیر بگذارند. لحاظ نکردن این واقعیت در مدل های جاذبه کلاسیک بزرگ ترین نقطه ضعف این مدل ها بوده است.

ایده اساسی در شبکه تجاری و شاخص های مورد استفاده در آن تا حد بسیاری با

۱. Anderson, J. E. & van Wincoop, E

محدودیت چندگانه مطابقت دارد. در واقع در نظر گرفتن تجارت به صورت یک شبکه کمک می‌کند تا تنها اطلاعات مربوط به دو کشور طرف تجاری در نظر گرفته نشود. در شبکه جهانی تجارت، کشورها می‌توانند بر یکدیگر اثر بگذارند و شاخص‌های شبکه می‌توانند این اثرهای چندجانبه را اندازه‌گیری نمایند. یکی از محدودیت‌های شاخص‌های قیمت در نظر گرفته شده در مدل اندرسن و ون‌وینکوپ، طیف وسیعی از هزینه‌های آشکار و غیرآشکاری است که این شاخص‌ها (عبارت محدودیت‌های چندگانه) در برمی‌گیرند<sup>۱</sup> (Anderson & van Wincoop, 2003).

یکی از محدودیت‌های مدل اندرسن و ون‌وینکوپ که در بسیاری از مدل‌های دیگر نیز دیده می‌شود، لحاظ نکردن جریان‌های تجاری با مقدار صفر است. در این مدل با توجه به متغیرهای مؤثر بر جریان تجاری دو کشور، مقدار تجارت نمی‌تواند برابر با صفر شود. در دنیای واقعی کشورها با یکدیگر در ارتباط دارند و علی‌رغم نبود رابطه تجاری بین دو کشور، این دو کشور می‌توانند بر تجارت یکدیگر اثر بگذارند و یا از طریق دیگر کشورها به مبادله کالای مورد نظر خود مبادرت ورزند. در نظر گرفتن تجارت به عنوان یک شبکه می‌تواند این اثرها متفاوت کشورها بر یکدیگر را شناسایی نماید و به رفع این مشکل در مدل‌های تجاری کمک نماید.

با توجه به تشابه مدل جاذبه با شبکه، مطالعات مختلفی به منظور شناسایی رابطه بین این دو مدل صورت گرفته است. هدف اصلی این مطالعات بررسی مبانی نظری بوده است که بتواند توپولوژی شبکه جهانی تجارت را توضیح دهد. به این معنی که آیا مدلی وجود دارد که بتواند ویژگی‌هایی همچون وجود تابع توانی یا ضریب خوشگی بالا که در شبکه جهانی تجارت مشاهده می‌شود را بیان کند؟ مطالعات صورت گرفته توسط دوناس و فاجیولا<sup>۲</sup> (۲۰۱۳)؛ باتاچاریا و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۸) و گارلاشلی و لفرودو<sup>۴</sup> (۲۰۰۴) به همین منظور انجام شده است.

دوناس و فاجیولا (۲۰۱۳) سعی نمودند ویژگی‌های آماری که در شبکه جهانی تجارت دیده می‌شود را با استفاده از مدل جاذبه توضیح دهند. در این مطالعه در ابتدا سعی شده است با استفاده از آمار کلی واردات کشورها در بین سال‌های ۱۹۷۰

۱. آشکار نبودن محدودیت چندگانه منجر به ارائه روش چندمرحله‌ای تکراری و غیرخطی به منظور برآورد آن توسط اندرسن و ون‌وینکوپ شده است.

۲. Duenas & Fagiolo

۳. Bhattacharya & et al.

۴. Garlaschelli & Loffredo

تا ۲۰۰۰ شبکه جهتدار جهانی صادرات (تجارت) به صورت وزن دار و بدون وزن ساخته شود. در حالت وزن دار، هر یال بیانگر صادرات کشورها به یکدیگر و در حالت بدون وزن نشان دهنده وجود و یا عدم وجود رابطه تجاری بین دو کشور است. در این مطالعه در ابتدا با استفاده از مدل جاذبه ۴ صادرات برای هر جفت کشور محاسبه شد و سپس با استفاده از مقادیر محاسبه شده شبکه جهانی صادرات (تجارت) برای سال های مختلف ساخته شده است:

$$w_{ij}(t) = \alpha_0 Y_i^{\alpha_1}(t) Y_j^{\alpha_2}(t) d_{ij}^{\alpha_3} \left[ \prod_{k=1}^k X_{ik}(t)^{\beta_{ik}} X_{jk}(t)^{\beta_{jk}} \right] \times \exp\left(\sum_{h=1}^H \theta_h D_{ijh}(t) + \sum_{l=1}^L (\delta_{1l} Z_{il} + \delta_{2l} Z_{jl})\right) \eta_{ij}(t) \quad (4-معادله)$$

در این رابطه  $t$  بیانگر سال،  $w$  وزن بین دو کشور که از شبکه جهانی تجارت وزن دار ساخته شده به دست آمده است،  $Y$  تولید ملی کشورها،  $d$  مسافت جغرافیایی،  $X$  دیگر متغیرهای مرتبط با اندازه کشورها مثل مساحت و جمعیت،  $D$  برداری از متغیرهای مرتبط با روابط دوجانبه همانند داشتن مرز مشترک، زبان مشترک، ارتباطات استعماری، قرار داشتن در یک منطقه، پول مشترک داشتن و قرارداد داشتن یک توافقنامه تجاری،  $Z$  متغیر مجازی برای هر کشور است که عواملی مثل نداشتن مرز آبی و قرار گرفتن در یک قاره را لحاظ می کند، در نهایت  $\eta$  جمله خطای معادله است. معادله جاذبه در نظر گرفته شده با توجه به شکل و فرم ریاضی آن از معادله ای که در مقاله اندرسن و ون وینکوپ در نظر گرفته شده متفاوت است ولی نتایجی که ارائه می دهد همانند آن مدل است و از طرفی با توجه به فرم ریاضی معادله، نمی تواند روابط تجاری صفر بین کشورها را بازتولید کند.

رابطه ۴ با استفاده از اطلاعات موجود برای هر سال برآورد شده است و سپس با استفاده از ضرایب برآورد شده، مقدار تجارت دوجانبه ای که طبق رابطه می تواند بین دو کشور برقرار باشد محاسبه شده است. در ادامه با استفاده از روابط تجاری پیش بینی شده، شبکه جهانی تجارت وزن دار ساخته شده است که به آن شبکه پیش بینی شده می گویند. به منظور مقایسه دو شبکه پیش بینی شده (ساخته شده) و شبکه واقعی تجارت، ویژگی های آماری دو شبکه با در نظر گرفتن شاخص های شبکه ای همانند درجه هر رأس، میانگین درجه نزدیکترین همسایه<sup>۱</sup> و درجه خوشگی<sup>۲</sup> در هر دو حالت وزن دار و بدون وزن استفاده شده است.

۱. Average Nearest-Neighbour Degree (ANND)

۲. Clustering

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد مدل جاذبه می‌تواند به خوبی ویژگی‌های شبکه جهانی تجارت (درجه هر رأس، میانگین درجه نزدیک‌ترین همسایه و درجه خوشگی) را در حالتی که جریان تجارت مثبت (بدون صفر) بین کشورها برقرار است بیان نماید. آزمون کلموگورف - اسمیرنف<sup>۱</sup> نشان می‌دهد که نمونه‌های در نظر گرفته در هر دو حالت شبکه واقعی و ساخته شده از یک جامعه آماری استفاده شده است. با این حال هنگامی که در محاسبه شاخص‌های شبکه، توپولوژی شبکه و ساختار دوتایی شبکه مورد نیاز است، این شاخص‌ها توسط مدل جاذبه کمتر از حد برآورد می‌شوند (به منظور پیش‌بینی وجود یا نبود رابطه تجاری بین دو کشور، از مدل لاجیت استفاده شده است). به این معنی که با استفاده از مدل جاذبه، به‌کارگیری متغیرهای متداول موجود در آن و روش‌های برآورد موجود نمی‌توان وجود یا نبود رابطه تجاری بین کشورها را در شبکه جهانی تجارت پیش‌بینی نمود و بازتولید نمود و استفاده از مدل جاذبه همواره شبکه به کاملاً به هم پیوسته را ارائه می‌دهد که تمامی اعضای آن با یکدیگر رابطه تجاری دارند.

با توجه به مطالعه دوناس و فاجیولا، مدل جاذبه مدل مناسبی برای برآورد جریان‌های تجاری بین کشورهاست ولی نمی‌تواند چگونگی شکل‌گیری تجارت بین دو کشور و یا تداوم آن در طول زمان را توضیح دهد. به معنی دیگر، دانستن متغیرهای مرتبط با کشورها و روابط بین آنها (همانند: تولید ملی، جمعیت، داشتن مرز مشترک و...) برای پیش‌بینی وجود و یا نبود یک رابطه تجاری بین کشورها کافی نیست. این نتیجه مستقل از روش تخمین و یا متغیرهایی است که در مدل جاذبه در نظر گرفته شده است. به همین خاطر در نظر گرفتن متغیرهایی که مرتبط با شبکه هستند می‌تواند به بهبود مدل جاذبه کمک کند. محدودیت متغیرهای متداولی که در مدل جاذبه در نظر گرفته شده‌اند و نمی‌توانند بودن یا نبود رابطه تجاری بین کشورها را بیان کنند می‌تواند نشانه‌ای از نقش سایر عواملی دارد که به ساختار کشورها و نحوه ارتباط آنها با دیگران بستگی دارد. این عوامل می‌توانند ویژگی‌های محلی باشد که در شبکه تجارت مشاهده می‌شود (همانند درجه‌های رئوس کشورها در شبکه) و در صورت لحاظ آنها در مدل می‌تواند به بهبود مدل جاذبه و پیش‌بینی آن کمک کند.

۱. Kolmogorov-Smirnov

اسکوآرتنی و گارلاسکی<sup>۱</sup> (۲۰۱۴)، در مطالعه‌ای سعی کرده‌اند با استفاده از آمار کوانتومی نشان دهند که مدل‌های از نوع شبکه که در سالیان اخیر پا به عرصه وجود نهاده‌اند می‌توانند محدودیت مدل جاذبه در پیش‌بینی جریان‌های تجاری صفر و ارائه یک شبکه کاملاً بهم‌پیوسته را مرتفع سازند. در این مطالعه نشان داده شده است که توپولوژی دوتایی شبکه جهانی تجارت (در این حالت شبکه تنها با وجود و یا نبود رابطه تجاری ساخته می‌شود) آمار فرمی - دیراک<sup>۲</sup> را دنبال می‌کند و در حالت کلی آمار بوز - فرمی<sup>۳</sup> می‌تواند ویژگی‌های توپولوژی آن را توضیح دهد. به بیان دیگر در نظر گرفتن تنها اطلاعات موجود در مدل جاذبه نمی‌تواند تمامی ویژگی‌های آماری که در تجارت جهانی مشاهده می‌شود را بیان کند و باید اطلاعاتی همانند ساختار شبکه به آن شکلی که در شبکه‌های بدون وزن و دوتایی تجارت دیده می‌شود نیز در نظر گرفته شود. این نتیجه با نتایج به دست آمده از مطالعه دوناس و فاجیولا مطابقت دارد.

همان‌طور که مشاهده می‌شود از نظر مفهومی مدل جاذبه نوعی شبکه کاملاً بهم‌پیوسته است که تمامی اعضای این شبکه بر یکدیگر اثر می‌گذارند و از هم اثر می‌پذیرند. با توجه به مطالعات صورت گرفته، در نظر نگرفتن توپولوژی شبکه‌های غیروزن‌دار از جمله مواردی است که می‌تواند منجر به تصریح بهتر مدل جاذبه و ارائه نتایج بهتر شود.

## ۲. مرور ادبیات

تجارت و تأثیر آن بر امنیت غذایی در مطالعات متعددی بررسی شده است. در زیر به مطالعات انجام شده در حوزه تجارت محصولات کشاورزی و تأثیر آن بر امنیت غذایی اشاره شده است.

در مطالعه وانگ و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۲۳) با عنوان تجارت برای امنیت غذایی: ثبات شبکه‌های تجارت جهانی کشاورزی با تجزیه و تحلیل تغییر شبکه تجارت جهانی کشاورزی از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۸، ویژگی‌های گروه‌بندی و ثبات شبکه را تخمین زدند. جامعه اروپایی - آفریقایی، تشکیل جوامع سه ستونی و توسعه جامعه چندقطبی با ساختار پیچیده‌تر. علی‌رغم افزایش تدریجی پایداری گره‌های ATN جهانی در طول دهه‌ها، هنوز

۱. Squartini & Garlaschelli

۲. Fermi-Dirac

۳. Bose-Fermi

۴. Wang & et al.

شکاف‌های خاصی را می‌توان در ثبات در سراسر کشورها یافت. به‌طور خاص، جامعه اروپا به ثبات ۰,۴۹ دست یافت و روابط تجاری آن به‌طور مؤثر تضمین شد. در همین حال، ثبات جوامع پیشرو باقی مانده، روندی باثبات و صعودی را نشان می‌دهد؛ البته با چالش‌های مهم‌تری در روابط تجاری در میان برخی از آنها؛ بنابراین، چگونگی تضمین ثبات روابط تجاری و تقویت ATN جهانی برای مقاومت در برابر شوک‌های خارجی به یک سؤال اساسی برای حفظ امنیت غذایی جهانی تبدیل شده است.

در مطالعه ابراهیم و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۳) با عنوان پیامدهای امنیت غذایی بر پایداری: آیا تسهیل تجارت، رشد جمعیت و کیفیت نهادی هدف SSA را می‌سازد یا خدشه‌دار می‌کند؟ این مطالعه نقش تأثیرگذار تسهیل تجارت (TF) را در ارتقا یا ممانعت از امنیت غذایی در پانلی از ۳۴ کشور جنوب صحرا برای دوره ۲۰۰۵-۲۰۱۹ بررسی می‌کند. شواهد تجربی مبتنی بر برآوردگر روش تعمیم‌یافته لحظه‌های سیستم دینامیکی دو مرحله‌ای است که برای توضیح نگرانی‌های اقتصادسنجی که در مورد ناهمگنی مشاهده‌نشده و درون‌زایی بالقوه ذاتی در متغیرهای مورد استفاده آزار می‌دهند، استفاده می‌شود. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که ماهیت روش‌های TF که ناکارآمد هستند، بر امنیت غذایی در SSA تأثیر منفی می‌گذارد. این اثرها بر ابعاد در دسترس بودن و دسترسی امنیت غذایی و همچنین شاخص ترکیبی آنها مشهود است. درحالی‌که اشاره می‌شود که این نتیجه از یک‌سو با نشانه‌های مثبت پیشینی تثبیت شده مغایرت دارد؛ اما از سوی دیگر واقعیت پدیده اقتصادی در SSA را به تصویر می‌کشد. در تعادل، رژیم TF کنونی را می‌توان به بهترین نحو به‌عنوان ضد امنیت غذایی توصیف کرد، همان‌طور که رویه‌های سنگین غالب درگیر در صادرات و واردات اقلام غذایی اصلی پیشنهاد می‌شود. نقش‌های عملکردی رشد جمعیت و کیفیت نهادی به‌طور تجربی به‌طور متفاوت افزایش می‌یابد. در ادامه، توصیه می‌کنیم که برای دستیابی سریع به اهداف کفایت غذا و توسعه پایدار، دولت‌های منطقه باید روش‌های اساسی رژیم کنونی TF را تنظیم کنند.

یوگیسوارا و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۳)، در مطالعه خود به تحلیل تأثیر واردات بر امنیت غذایی در ۵۶ کشور با درآمد متوسط به پایین از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶ می‌پردازد. نتایج برآورد با اتخاذ روش تعمیم‌یافته گشتاورها به اثرهای منفی واردات بر امنیت غذایی

۱. Ibrahim & et al.

۲. Yogeewari & et al.

اشاره می‌کند. تجزیه و تحلیل تجزیه برای هر بُعد نشان می‌دهد که سطح در دسترس بودن مواد غذایی با واردات بیشتر می‌شود. به همین دلیل است که واردات بخشی از اندازه‌گیری امنیت غذایی در نظر گرفته می‌شود. با این حال، سه بُعد باقی مانده، سطح دسترسی به مواد غذایی، استفاده و ثبات، در مقابل واردات است. این می‌تواند توضیح دهد که چرا تأثیرات منفی واردات بیشتر از تأثیرات مثبت در خالص است. این مطالعه نشان می‌دهد که گنجاندن واردات در امنیت غذایی می‌تواند به تأمین منابع غذایی پایدار و رفع کمبودهای تولید داخلی از طریق یک سیستم مقررات واردات بهتر کمک کند.

کریم و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۲) در مطالعه خود عواقب عدم پایبندی به رویه‌های تجاری در صادرات مواد غذایی آفریقا را بررسی کنید که به افزایش بروز ناامنی غذایی در این قاره کمک کرده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که رویه‌های تجاری ناکارآمد و تدارکات غذایی ناسازگار به عملکرد ضعیف این قاره در تأمین تقاضای غذا، هم از زوایای واردات و هم صادرات، کمک می‌کند.

در مطالعه چن و ژانگ<sup>۲</sup> (۲۰۲۲) با عنوان توصیف تحول ساختاری شبکه‌های تجارت غلات در مناطق کمربند و جاده: رویکرد تحلیل شبکه نشان دادند که: (۱) تجارت غلات بین کشورهای BRI<sup>۳</sup> شبکه‌های تجاری به‌خوبی متصل و پیچیده را تشکیل داده است و ابتکار «کمربند و جاده» به‌طور قابل توجهی شبکه‌های تجارت غلات را در بین کشورهای BRI ارتقا داده است. (۲) ساختارهای ستون فقرات شبکه‌های تجارت غلات در امتداد BRI در مجاورت جغرافیایی قرار دارند. هند، روسیه و اوکراین مهم‌ترین شرکای تجاری و گره‌های اصلی مطلق در شبکه‌های تجاری هستند که بر کل شبکه‌های تجارت غلات تأثیر می‌گذارند. (۳) شبکه‌های تجارت غلات BRI ساختارهای هسته - حومه قابل توجهی را نشان می‌دهند، با عدم تقارن قدرت قابل توجه بین کشورها که منعکس‌کننده تفاوت‌های عرضه و تقاضای غذا است. به‌طور کلی، شبکه‌های تجارت غلات BRI توسعه یافته است. زنجیره‌های تأمین در شبکه تجارت غلات تحت سلطه چند کشور بزرگ هستند و شکننده هستند، با انعطاف‌پذیری ضعیف و مقاومت پایین در برابر ریسک؛ بنابراین، دولت‌ها باید به تقویت همکاری‌های منطقه‌ای، بهینه‌سازی ساختار شبکه تجارت غلات، افزایش ظرفیت

۱. Kareem & et al.

۲. Chen & Zhang

۳. Belt & Road

ذخیره خود و ایجاد یک سیستم قوی تر برای تضمین امنیت غذایی و جلوگیری از خطر ادامه دهند. همه این اقدامات از امنیت غذایی کشورهای «کمربند و جاده» حمایت خواهد کرد.

در مطالعه بهناسی و هایبا<sup>۱</sup> (۲۰۲۲) با عنوان «پیامدهای جنگ روسیه و اوکراین برای امنیت غذایی جهانی» با استفاده از روش میدانی و کتابخانه‌ای بیان شد که اخیراً، ثبات شبکه تجارت کشاورزی (ATN) به‌طور چشم‌گیری به دلیل تشدید اصطکاک تجاری و گسترش جهانی بیماری همه‌گیر به چالش کشیده شده است. از یک‌سو، کشورهای صادرکننده حیاتی، به رهبری ایالات متحده، کنترل صادرات برخی از کشورهای عمده واردکننده را تقویت کرده‌اند. از سوی دیگر، سایر صادرکنندگان مهم مانند روسیه و اوکراین تحت تأثیر همه‌گیری ویروس کرونا و روابط ملی آنها قرار گرفته‌اند که مانع مشارکت آنها در بازارهای بین‌المللی می‌شود. کریس و همکاران (۲۰۲۱)، در مطالعه خود به اهمیت تجارت برای حفظ امنیت غذایی، درک رابطه بین رشد جمعیت انسانی، استفاده از زمین، عرضه غذا و تجارت اشاره دارند. آنها یک مدل فراجمعیت را توسعه داده‌اند که پویایی جمعیت انسانی را با استفاده از زمین کشاورزی و تولید غذا در «تکه‌ها» (مناطق و کشورها) متصل از طریق شبکه‌های تجاری مرتبط می‌کند. نتایج تأکید می‌کند که راهبردهای بهبود امنیت غذایی از طریق توپولوژی شبکه تجارت مهم است.

در مقاله ون برکوم<sup>۲</sup> (۲۰۲۱)، با عنوان چگونه تجارت می‌تواند نتایج سیستم غذایی فراگیر و پایدار را در کشورهای کم‌درآمد با کسری مواد غذایی ایجاد کند؟ با بهره‌گیری از روش میدانی و کتابخانه‌ای استدلال می‌کند که تجارت می‌تواند باعث رشد فراگیر و پایدار تولید مواد غذایی مغذی در کشورهای کم‌درآمد با کمبود مواد غذایی شود؛ اما سیاست‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها در این کشورها باید بر تنوع تولید و بازارها، افزایش رقابت‌پذیری و بهبود دسترسی به بازار برای کشاورزان محلی و ترکیب عوامل خارجی در تجارت بین‌المللی متمرکز باشد. این مقاله همچنین چالش‌ها و فرصت‌های تجارت بین‌المللی برای سیستم‌های غذایی و اهمیت اقدام جمعی بین‌المللی برای رسیدگی به اثرهای خارجی مرتبط با تولید غذا، استفاده از زمین و تغییرات آب و هوایی را برجسته می‌کند.

۱. Behnassi, M. & El Haiba, M.

۲. Van Berkum

گوپتا و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۹) در تحقیقی با عنوان «اثرات ریسک‌های ژئوپلیتیکی بر جریان‌های تجاری: شواهدی از مدل جاذبه» به بررسی تأثیر ریسک‌های ژئوپلیتیک بر جریان‌های تجاری میان ۱۶۴ کشور توسعه‌یافته و در حال توسعه در دوره ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۳ پرداختند. آنها از شاخص ریسک‌های ژئوپلیتیک در قالب مدل جاذبه استفاده کردند. نتایج تخمین‌های مدل‌های اثرهای ثابت، اثرهای تصادفی هاسمن - تیلور (HT) و حداکثر راست‌نمایی پواسون نشان می‌دهند که ریسک‌های ژئوپلیتیک تأثیر منفی بر جریان‌های تجاری دارند.

کانتور و چنگ<sup>۲</sup> (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان «تجارت بین‌المللی کالاها زیست‌محیطی در مدل‌های گرانشی» به بررسی عوامل مؤثر بر تجارت این نوع کالاها پرداختند. آنها از یک جدول داده - ستانده چندمنطقه‌ای و مدل جاذبه بهره بردند. نتایج پژوهش نشان داد که شدت اجرای قوانین زیست‌محیطی تأثیر قابل توجهی بر تجارت کالاها زیست‌محیطی دارد و بین این دو عامل رابطه‌ای از نوع اثر جانشینی برقرار است. همچنین عواملی همچون نوآوری، شباهت‌های فرهنگی، نزدیکی جغرافیایی و عدم اطمینان در بازارهای مالی به‌طور قابل توجهی بر تجارت این کالاها تأثیرگذار هستند.

سای و سانگ<sup>۳</sup> (۲۰۱۶) با استفاده از یک شبکه پیچیده، رابطه بین تجارت کشاورزی و تجارت ملی را تجزیه و تحلیل کردند و دریافتند که تجارت کشاورزی تجارت بین‌المللی را تسهیل می‌کند.

فتی، اسکات، و رکمور<sup>۴</sup> (۲۰۱۳) در پژوهشی به تحلیل استحکام و پویایی شبکه جهانی تجارت با استفاده از گراف وزن دار پرداختند. در این مطالعه، از مدل انقراض که در زیست‌شناسی برای بررسی تأثیر حذف یک گونه بر اکوسیستم به کار می‌رود، استفاده شد. به‌طور مشابه، این مدل برای ارزیابی اثر قطع روابط تجاری یا تغییر در شدت ارتباطات تجاری یک کشور با سایر کشورها و پیامد آن بر کل شبکه تجاری به کار گرفته شد. هدف اصلی این تحقیق، آزمون میزان استحکام شبکه جهانی تجارت در برابر شوک‌های ناگهانی و بررسی شکنندگی آن در مواجهه با حملات هدفمند بود. نتایج نشان داد که شبکه جهانی تجارت در برابر شوک‌های تصادفی

۱. Gupta & et al.

۲. Cantore & Cheng

۳. Cai, H. & Song, Y.

۴. Foti, Scott & Rockmore

مقاوم است؛ اما در برابر شوک‌ها و حملات هدفمند آسیب‌پذیری بیشتری دارد. یکی از یافته‌های مهم پژوهش این بود که افزایش ارتباطات تجاری بین کشورها تأثیری دوگانه بر استحکام شبکه دارد: در مراحل ابتدایی، این ارتباطات می‌توانند شوک‌های کوچک را جذب و خنثی کنند، اما در صورت بروز شوک‌های شدید، افزایش ارتباطات می‌تواند به گسترش شوک در سراسر شبکه منجر شده و تمامی بخش‌های آن را تحت تأثیر قرار دهد.

فاستینو و لیتائو<sup>۱</sup> (۲۰۱۰) در پژوهش خود با عنوان «جریان‌های سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی پرتغال: یک مطالعه تجربی»، تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) را بر تبادلات تجاری بین پرتغال و اتحادیه اروپا در دوره زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۵ بررسی کردند. برای تحلیل داده‌ها، از روش‌های اثرهای ثابت و GMM استفاده نمودند. نتایج مطالعه نشان داد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و وجود مرز مشترک تأثیر مثبتی بر تبادل تجاری بین پرتغال و اتحادیه اروپا دارند. علاوه بر این، عوامل دیگری همچون اندازه بازار، ثبات اقتصادی و فاصله جغرافیایی نیز بر جریان‌های تجاری متقابل میان کشورهای مذکور تأثیرگذار هستند.

فاجیولا، ریس و اسکیاو<sup>۲</sup> (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای به تحلیل توپولوژی و پویایی‌های شبکه جهانی تجارت با استفاده از گراف وزن‌دار پرداختند. این پژوهش شامل داده‌های مربوط به ۱۵۹ کشور در بازه زمانی ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۱ بود و وزن هر یال شبکه بر اساس میانگین حساسی مجموع صادرات و واردات میان کشورها تعیین شد. در این پژوهش، تعداد یال‌های متصل به هر رأس (کشور) که نشان‌دهنده تعداد روابط تجاری است، محاسبه شد. همچنین، مفهوم استحکام هر رأس به‌عنوان مجموع وزن‌های یال‌های متصل به هر کشور معرفی شد که شدت روابط تجاری کشورها را نشان می‌دهد. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که در شبکه جهانی تجارت، زمانی که شبکه به‌صورت گراف بدون وزن در نظر گرفته می‌شود، شاخص درجه هر رأس مقدار بالایی دارد و به‌طور میانگین هر کشور با ۹۰ کشور دیگر رابطه تجاری دارد؛ اما در شبکه وزن‌دار، شاخص استحکام هر رأس حدود ۰٫۳ برآورد شده است که این تفاوت نشان‌دهنده ضعف نسبی در روابط تجاری میان اکثر کشورهاست. همچنین، هر دو شاخص درجه و استحکام در طول زمان تقریباً ثابت بوده‌اند که

۱. Faustino & Leitao

۲. Fagiolo, Reyes & Schiavo

نشان می‌دهد به‌رغم تلاش‌ها برای جهانی‌سازی، تغییرات قابل‌توجهی در ساختار شبکه جهانی تجارت ایجاد نشده است. یکی دیگر از نتایج کلیدی پژوهش، وجود الگویی ناجور در شبکه جهانی تجارت است؛ به این معنا که کشورهایی با روابط تجاری قوی‌تر، عمدتاً با کشورهایی تعامل دارند که تعداد شرکای تجاری کمتری دارند. علاوه‌براین، بررسی‌ها نشان داد که بین استحکام درجه هر رأس و ضریب خوشه‌بندی رابطه مثبت وجود دارد. به‌عبارت‌دیگر، کشورهایی با استحکام تجاری بالاتر، احتمال بیشتری برای تشکیل کلوب‌های تجاری مستحکم دارند.

بادینگر و برئوس<sup>۱</sup> (۲۰۰۸) در پژوهشی به بررسی جریان‌های تجاری متقابل میان ۱۴ کشور عضو OECD در ۱۵ صنعت تولیدی طی بازه زمانی ۱۹۸۵ تا ۱۹۹۶ پرداختند. آن‌ها از روش اثرهای ثابت برای تحلیل داده‌ها استفاده کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که بهره‌وری تأثیر مثبتی بر صادرات و حجم کلی تجارت دارد. همچنین، تجارت میان کشورها در صورت نزدیکی جغرافیایی شرکای تجاری افزایش می‌یابد. به‌عبارت‌دیگر، این یافته‌ها وجود رابطه منفی میان تجارت دوجانبه و فاصله جغرافیایی را تأیید می‌کند.

الهی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان بررسی اثرهای توافق تجاری ایران و اتحادیه اقتصادی اوراسیا بر بخش صادرات صنعت و کشاورزی؛ رویکردی از مدل جاذبه، تأثیرات این توافقنامه تجاری را بر صادرات ایران در حوزه‌های صنعت و کشاورزی با استفاده از مدل جاذبه و داده‌های دوره ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸ بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین تولید ناخالص داخلی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر مثبتی بر صادرات بخش‌های صنعت و کشاورزی ایران به کشورهای عضو اتحادیه اوراسیا داشته‌اند. درمقابل، متغیرهایی مانند حاصل‌ضرب جمعیت کل کشورها، نرخ تعرفه، و نرخ ارز واقعی تأثیر منفی بر صادرات ایران به این منطقه داشته‌اند.

یزدانی و همکاران (۱۳۹۷)، در پژوهشی به بررسی تأثیر تجارت درون‌صنعت بر افزایش جریان‌های تجاری، کاهش شکاف‌های فناورانه و بهره‌وری از صرفه‌جویی‌های مقیاس در تقویت یکپارچگی تجاری میان شرکای تجاری پرداختند. این مطالعه با استفاده از مدل جاذبه و روش حداکثر درست‌نمایی پواسون، عوامل مؤثر بر تجارت محصولات اساسی در بازه زمانی ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۵ را شناسایی کرده و کارایی تجارت

۱. Badinger & Breuss

این محصولات را با استفاده از شاخص مالم - کویست محاسبه نمود. در ادامه، تأثیر یکپارچگی تجاری بر کارایی تجارت طی دوره ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۵ با روش داده‌های تابلویی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عواملی همچون تولید ناخالص داخلی سرانه ایران و کشورهای شریک، تفاوت ذخایر گاز طبیعی، داشتن مرز مشترک و شاخص‌های تجارت درون‌صنعت که نمایانگر یکپارچگی تجاری هستند، تأثیر مثبت و معناداری بر تجارت محصولات داشته‌اند. به‌علاوه، فاصله جغرافیایی تأثیر منفی و معناداری بر حجم تجارت داشته است. همچنین، رابطه‌ای مثبت و معنادار بین شاخص‌های تجارت درون‌صنعت و کارایی تجارت مشاهده شد.

یزدانپرست و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای با عنوان آزمون تجربی نظریه لیندر در الگوی تجارت خارجی ایران، به تحلیل تجارت دوجانبه ایران و شرکای تجاری در بازه زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ با استفاده از الگوی داده‌های تابلویی پرداختند. نتایج نشان داد که کاهش تفاوت درآمد سرانه میان کشورها موجب افزایش حجم تجارت بین آن‌ها می‌شود. علاوه‌براین، یافته‌ها نشان داد که متغیر فاصله جغرافیایی تأثیر منفی و معناداری بر حجم تجارت دارد.

کازرونی، قربانی و ثقفی کلوانق (۲۰۱۴) در پژوهشی با عنوان بررسی کارایی تحریم‌های یک‌جانبه و چندجانبه بر تجارت خارجی محصولات غیرنفتی در ایران کارایی تحریم‌های یک‌جانبه و چندجانبه بر تجارت خارجی محصولات غیرنفتی ایران با ۷۳ شریک اصلی تجاری خود را با استفاده از یک مدل جاذبه و روش پانل دیتا بررسی کرده‌اند:

(معادله-۵)

$$\log(\text{Trade}_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 \log(\text{Trade}_{ij})_{-1} + \beta_2 \log(\text{GDP}_i * \text{GDP}_j) + \beta_3 \log(\text{Pop}_i * \text{Pop}_j) + \beta_4 \log(\text{DIST}_{ij}) + \beta_5 (\text{DUMSANC}_{US,EU,ALL}) + u_{ijt}$$

که در رابطه فوق Trade حجم تجارت بین ایران و شرکای تجاری، GDP تولید ناخالص داخلی، Pop جمعیت و DIST متغیر فاصله بین کشورهاست. در این مطالعه سه متغیر مجازی (DUMSANC) به‌منظور بررسی اثر تحریم‌ها لحاظ شده است که این متغیرها تحریم‌های یک‌جانبه از سوی آمریکا، تحریم‌های چندجانبه از سوی اروپا و آمریکا و تحریم‌های چندجانبه از سوی آمریکا، اروپا و سازمان ملل علیه ایران است. درواقع در این مطالعه سه مدل مجزا با استفاده از هر یک از این متغیرها برآورد شده است. هر نوع متغیر تحریم نیز همانند مطالعات صورت گرفته توسط هافباور (۲۰۰۳) به سه نوع محدود، متوسط و شدید تقسیم شده است.

با توجه به نتايج به دست آمده اثر تحريم‌هاي يک‌جانبه آمريکا ناچيز و در حد ۰ درصد، تحريم‌هاي چندجانبه از سوي اروپا و آمريکا ۲۲ درصد و تحريم‌هاي چندجانبه از سوي آمريکا، اروپا و سازمان ملل ۲۴ درصد تجارت ايران را کاهش مي‌دهد. به منظور بررسي اثر تحريم‌ها بر گسترش تجارت ايران با ديگر کشورها به منظور دفع اثر تحريم‌ها، مدل‌هاي فوق براي تجارت ايران و کشورهای غير تحريم کننده برآورد شده است. نتايج نشان مي‌دهد که در صورت اعمال تحريم‌ها توسط آمريکا، ايران با گسترش روابط تجاري خود با ديگر کشورها اثر اين تحريم‌ها را کاهش مي‌دهد ولي در صورت اعمال تحريم‌ها توسط اروپا و آمريکا و همچنين سازمان ملل بر ايران، راه گريز از تحريم از طريق افزايش تجارت ايران با ديگر کشورها وجود ندارد و تجارت ايران در حدود ۵ درصد کاهش خواهد يافت.

سوري (۲۰۱۴) در مطالعه‌اي با عنوان تحليل عوامل مؤثر بر همگرایی تجاري ايران با بلوک‌هاي منطقه‌اي منتخب، با استفاده از داده‌هاي تلفيقي و مدل‌هاي تابلوي پويا، تأثير عوامل مختلف را بر جريان تجاري ايران و بلوک‌هاي منطقه‌اي بررسي کرد. اين پژوهش با بهره‌گيري از روش گشتاورهاي تعميم يافته نشان داد که متغيرهائي همچون اندازه اقتصادي، درآمد سرانه و سرمايه‌گذاري مستقيم خارجي اثر مثبت و معناداري بر جريان تجاري ايران دارند، درحالي که مسافت، اثر منفي و معناداري بر اين روابط دارد.

جلائي و سلیماني (۲۰۰۶) در مطالعه‌اي با عنوان يکپارچگي تجاري ايران با کشورهای عضو ECO، جريان‌هاي تجاري متقابل ميان ايران و اعضای اين سازمان را براي سال ۲۰۰۳ تحليل کردند. نتايج حاکی از آن بود که ايران نسبت به کشورهای عضو اتحاديه اروپا، همگرایی بيشتري با اعضای اکو دارد. اين امر به دليل شباهت ساختارهاي اقتصادي، اجتماعي و مذهبي کشورهای عضو اکو تبیین شده است. بررسي‌هاي پيشين نشان مي‌دهد که ادبيات اين حوزه سابقه‌اي حدود ۱۵ ساله دارد. در سال‌هاي ابتدائي، تمرکز اصلي بر تحليل توپولوژي شبکه تجارت محصولات کشاورزي اساسي با استفاده از گراف‌هاي ساده، وزن دار، يا جهت دار بود. پس از آن، مطالعاتي به بررسي اثر توپولوژي شبکه در زمينه‌هائي مانند بروز و انتشار بحران‌ها و تشكيل بلوک‌هاي تجاري کالايي اختصاص يافت. در پژوهش‌هاي کاربردي تر، تمرکز عمدتاً بر استحکام، شکنندگي شبکه و نحوه انتشار شوک‌ها و بحران‌ها در اين شبکه‌ها بوده است. به رغم گسترش روزافزون مطالعات شبکه تجارت در ايران، تاکنون پژوهشي در زمينه تجارت محصولات اساسي کشاورزي ميان ايران و اتحاديه

اقتصادی اوراسیا با رویکرد شبکه انجام نشده است. از این رو، مقاله حاضر با بررسی جایگاه ایران در شبکه تجارت محصولات کشاورزی، رویکردی نوآورانه در مقایسه با مطالعات پیشین ارائه می‌دهد. در ادامه، وضعیت تجارت ایران با کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی اوراسیا به تفکیک گروه‌های کالایی تحلیل خواهد شد.

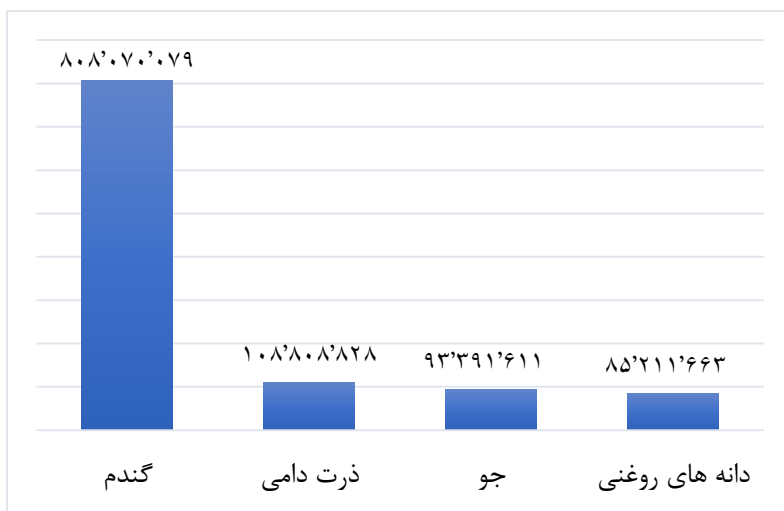
### ۳. بررسی وضعیت تجارت ایران با کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی اوراسیا به تفکیک گروه‌های کالایی

در این بخش به بررسی وضعیت تجارت ایران با کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی اوراسیا به تفکیک کالاهای گندم، جو، شلتوک، دانه‌های روغنی و ذرت پرداخته می‌شود. همان‌طور که از جدول شماره (۱) مشخص است در بین کالاهای مورد بررسی بیشترین حجم کالای مورد تجارت با کشورهای عضو در سال ۱۴۰۱ مربوط به گندم با حدود (۷۲۹،۹۹۱،۱۲۲) دلار بوده است که از فدراسیون روسیه وارد شده است. همچنین از کشور قزاقستان معادل (۷۸،۰۷۸،۹۵۷) دلار گندم در سال ۱۴۰۱ وارد شده است. در مجموع از دو کشور فدراسیون روسیه و قزاقستان در سال ۱۴۰۱، (۸۰۸،۰۷۰،۰۷۹) دلار وارد شده است و ایران هیچگونه صادرات گندمی به کشورهای عضو نداشته است و صددرد رقم تجارت، واردات ایران از کشورهای عضو اتحادیه بوده است.

رتبه دوم تجارت ایران با کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی اوراسیا مربوط به ذرت دامی به ارزش معادل (۱۰۸،۸۰۸،۸۲۸) دلار در سال ۱۴۰۱ بوده است که صددرد این عدد واردات از فدراسیون روسیه بوده است.

رتبه سوم تجارت ایران با کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی اوراسیا مربوط به محصول جو بوده است که وارداتی معادل (۹۳،۳۹۱،۶۱۱) دلار از ۳ کشور فدراسیون روسیه، قزاقستان و قرقیزستان انجام شده است.

رتبه چهارم تجارت ایران با کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی اوراسیا نیز مربوط به تجارت دانه‌های روغنی به ارزش (۸۵،۲۱۱،۶۶۳) بوده است که ۰/۰۱ درصد این رقم (معادل با ۱۴۷۷۰ دلار) مربوط به صادرات ایران به کشورهای مورد مطالعه و مابقی آن (معادل با ۸۵،۱۹۶،۸۹۳ دلار) واردات ایران از کشورهای مورد مطالعه بوده است. در نمودار شماره (۱) وضعیت تجارت ایران با کشورهای عمده طرف تجاری در بین کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی اوراسیا به تفکیک کالاهای راهبردی مورد مطالعه برای سال ۱۴۰۱ نشان داده شده است.



منبع: (گمرک جمهوری اسلامی ایران)

### نمودار (۱): ارزش تجارت ایران با کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی اوراسیا در سال ۱۴۰۱ (ارقام به دلار)

با توجه به داده‌های تجارت ایران با اتحادیه اقتصادی اوراسیا بیشترین حجم تجارت ایران در بین کالاهای مورد بررسی در سال ۱۴۰۱ مربوط به تجارت با فدراسیون روسیه بوده است که ۸۹/۸ درصد از کل تجارت را به خود اختصاص داده است. بعد از آن سهم تجارت ایران با قزاقستان ۱۰/۱ درصد بوده است که در رتبه دوم مجموع تجارت ایران با اتحادیه قرار دارد. در رتبه سوم تجارت نیز قرقیزستان با سهم ناچیز ۰/۰۱ درصد قرار دارد. در سال ۱۴۰۱ با دو کشور ارمنستان و بلاروس رابطه تجاری در محصولات مورد بررسی برقرار نشده است و سهم صفر از تجارت در این محصولات با این کشورها به ثبت رسیده است.

## ۴. روش پژوهش

### ۴-۱. مدل پنل

غلات به‌عنوان منبع غذایی اولیه برای انسان، نقش اساسی در تغذیه جمعیت ایفا می‌کند و بیشترین سهم را از تجارت کشاورزی به خود اختصاص می‌دهد. بنابراین، در این مقاله، همان‌طور که در این مقاله ذکر شد، معنای محدود غذا اتخاذ شده است که به غلات اشاره دارد. در نتیجه، «غلات» (HS10) را همان‌طور که در مقاله‌نامه

بین‌المللی برای توصیف و سیستم کدگذاری هماهنگ کالا مشخص شده است، انتخاب می‌شود که شامل گندم و مزلین (HS1001)، دانه‌های روغنی (HS1204)؛ جو (HS1003)؛ ذرت (HS1005)؛ برنج (HS1006) و سویا (HS1201) است. داده‌های جریان تجارت از داده‌های «غلات» برای سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۹۰ استفاده شده است. برای برآورد دقیق ظرفیت تجاری محصولات اساسی کشاورزی میان ایران و کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی اوراسیا (EAEU)، در ادامه به روش‌شناسی پژوهش و معرفی مدل‌های تحلیل عوامل مؤثر بر تجارت این محصولات پرداخته خواهد شد. لازم به ذکر است که داده‌ها و پیش‌بینی‌ها مربوط به صادرات و واردات سالانه از پایگاه داده کامترید سازمان ملل متحد (UN Comtrade) و تارنمای (wits.worldbank.org) بر اساس طبقه‌بندی استاندارد بین‌المللی تجارت کالاها (HS) و همچنین آمارهای گمرک جمهوری اسلامی ایران استخراج گردیده است. مدل به صورت رابطه ۶ نوشته می‌شود:

$$\ln \frac{Trade_{ij}}{GDP_i GDP_j} = C + \beta_1 \ln Dist_{ij} + \beta_2 Ecoim_{ij} + \beta_3 comcul_{ij} + \beta_4 Network_{ij} + u_{ij} \quad (\text{معادله-۶})$$

اگر رابطه بالا را ساده‌سازی کنیم، رابطه به شکل زیر در می‌آید:

$$\ln Trade_{ij} = C + \beta_1 \ln Gdp_i + \beta_2 \ln Gdp_j + \beta_3 \ln Dist_{ij} + \beta_4 Ecoim_{ij} + \beta_5 comcul_{ij} + \beta_6 Network_{ij} + u_{ij} \quad (\text{معادله-۷})$$

که در رابطه بالا  $\ln Trade_{ij}$  لگاریتم حجم تجارت ایران با اعضای اتحادیه اقتصادی اوراسیا،  $GDP_i$ ، تولید ناخالص داخلی کشور واردکننده،  $GDP_j$  تولید ناخالص داخلی کشور صادرکننده،  $\ln Dist_{ij}$  لگاریتم فاصله بین دو کشور،  $Ecoim_{ij}$  عدم توازن اقتصادی و  $comcul_{ij}$  متغیر دامی نشان‌دهنده اشتراکات فرهنگی دو کشور صادرکننده و واردکننده است و در نهایت  $Network_{ij}$  متغیر شبکه است که نشانگر ضریب خوشگی در مدل شبکه است که وارد مدل شده است. در این پژوهش میزان عدم توازن اقتصادی (توازن تجاری) بین کشور واردکننده و کشورهای صادرکننده به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$Ecoim_{ij} = \frac{|X_{ijt} - M_{ijt}|}{(X_{ijt} + M_{ijt})} \quad (\text{معادله-۸})$$

که در رابطه بالا  $X_{ijt}$  صادرات (واردات) کشور (i) به (از) کشور (j) در زمان t است.

در ساده‌ترین شکل، طبق الگوی جاذبه تجارت میان کشورها ارتباط مثبت با تولید ناخالص داخلی (GDP) آن‌ها دارد و ارتباط منفی با فاصله جغرافیایی دو کشور دارد. به عبارت دیگر، هرچه فاصله جغرافیایی بیشتر شود، حجم تجارت میان دو کشور کاهش می‌یابد. مبانی نظری مدل‌های جاذبه را می‌توان در مطالعاتی مانند: آندرسون<sup>۱</sup>، ۱۹۷۹؛ برگستراند<sup>۲</sup>، ۱۹۸۵؛ دیر دورف<sup>۳</sup>، ۱۹۹۵؛ و ایگر<sup>۴</sup>، ۲۰۰۰ یافت که در آن‌ها تلاش‌های زیادی برای توسعه این مدل‌ها صورت گرفته است.

#### ۲-۴. مدل شبکه

در این پژوهش جهت بررسی جریان تجاری بین ایران و اتحادیه اقتصادی اوراسیا از رهیافت شبکه استفاده شده است. در این پژوهش طبق نظریه شبکه پیچیده، شبکه تجاری کشاورزی بین ایران و اتحادیه اقتصادی اوراسیا را می‌توان با مجموعه  $N = (P, E)$  نشان داد که در آن  $P$  یک کشور درگیر در تجارت کشاورزی را نشان می‌دهد و  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_6\}$  (تعداد کل ۶ در اینجا بر اساس تعداد کشورهای  $E$  نشان‌دهنده خط بین دو گره، یعنی لبه شبکه است. شبکه تجاری محصولات اساسی کشاورزی شامل گندم، جو، شلتوک، ذرت و دانه‌های روغنی بین ایران و اتحادیه اقتصادی اوراسیا را با استفاده از نرم‌افزار گفی<sup>۵</sup> برای سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۱ برای رسیدن به اهداف پژوهش و الگوسازی مدل تجاری ساخته شده است. باید خاطر نشان کرد که مدل شبکه تا قبل از این مطالعه در حوزه بررسی تجارت و امنیت غذایی به کار گرفته نشده است و از این جهت می‌توان این پژوهش را دارای نوآوری و توسعه محتوایی در مطالعات حوزه تجارت و امنیت غذایی دانست. ساده‌ترین نوع گراف‌ها، گراف‌های غیرجهتی و دوتایی هستند. در این گراف‌ها، رئوس از طریق یال‌ها می‌توانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند، بدون اینکه جهت خاصی برای یال‌ها تعریف شده باشد؛ اما اگر جهت یال‌ها اهمیت پیدا کند، باید از گراف‌های جهت‌دار استفاده کرد. در شبکه‌های تجاری بین کشورها، رئوس معمولاً کشورهای مختلف را نشان می‌دهند و یال‌ها نمایانگر روابط تجاری

- 
۱. Anderson
  ۲. Bergstrand
  ۳. Deadroff
  ۴. Egger
  ۵. Gephi

میان آن‌ها بر اساس صادرات و واردات هستند. در صورتی که جهت تجارت (صادرات یا واردات) اهمیت داشته باشد، از گراف‌های جهت‌دار استفاده می‌شود، در غیر این صورت، گراف‌های بدون جهت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در این پژوهش، آمار توصیفی مختلفی از جمله تعداد یال‌ها، میانگین درجه، میانگین درجه وزنی، تراکم شبکه و میانگین ضریب خوشه‌بندی تحلیل می‌شود. درجه یک رأس نشان‌دهنده تعداد ارتباطات آن رأس با دیگر رئوس است و به تعداد شرکای تجاری هر کشور اشاره دارد (Fagiolo & et al., 2008). در گراف‌های جهت‌دار، درجه به دو بخش تقسیم می‌شود: درجه ورودی و درجه خروجی که هر کدام به تعداد شرکای تجاری در واردات و صادرات اشاره دارند. یال‌ها می‌توانند به صورت وزن‌دار در نظر گرفته شوند، به این معنا که هر یال مقدار یا امتیازی به عنوان وزن دریافت می‌کند. استحکام رأس می‌تواند درک بهتری از شدت روابط تجاری میان کشورها فراهم کند (Fagiolo & et al., 2008). اگر ارزش‌های صادراتی یا وارداتی به عنوان وزن یال‌ها در نظر گرفته شود، رئوس با وزن بیشتر (یعنی قدرت تجاری بالاتر) روابط تجاری بیشتری با دیگر کشورها خواهند داشت. این ویژگی برخلاف درجه رأس است که تنها تعداد شرکای تجاری یک کشور را نشان می‌دهد و به بررسی شدت تجارت می‌پردازد.

با توجه به درجه شبکه و قدرت رأس، می‌توان تابع توزیع درجه را تعریف کرد. در صورتی که شبکه از نوع دوتایی و بدون وزن باشد، این تابع احتمال انتخاب یک رأس به طور تصادفی را که دارای  $K$  یال است، بیان می‌کند (Fagiolo & et al., 2008)؛ اما اگر شبکه وزن‌دار باشد، این احتمال برای رأس‌هایی که دارای وزنی برابر با  $\alpha$  هستند محاسبه می‌شود. شکل تابع توزیع می‌تواند ویژگی‌های جالبی در مورد ساختار شبکه ارائه دهد؛ به طور مثال، شبکه‌های بدون جهت که به صورت تصادفی ساخته می‌شوند معمولاً توزیع درجه‌ای نرمال یا زنگی شکل دارند. در حالی که در شبکه‌های بدون مقیاس که تابع توزیع درجه آنها چوله به راست است (قانون پاور<sup>۱</sup>)، معمولاً تعداد زیادی رأس با یال‌های کم و تعداد کمی رأس با یال‌های فراوان مشاهده می‌شود (Albert & Barabasi, 2002).

ضریب خوشه‌بندی یکی دیگر از شاخص‌های شبکه است که با استفاده از آن می‌توان بررسی کرد که شرکای تجاری یک کشور چه میزان با یکدیگر ارتباط دارند؛

۱. Power law

برای مثال، اگر فرض کنیم ایران (i) با K کشور رابطه تجاری دارد، این K کشور می‌توانند با یکدیگر  $(k * k - 1) / 2$  رابطه تجاری برقرار کنند و یک خوشه تشکیل دهند. حال اگر در دنیای واقعی تعداد روابط تجاری بین این کشورها e باشد، ضریب خوشه‌بندی از رابطه ۹ به دست می‌آید.

$$C_j = \frac{e}{\binom{k}{2}} = \frac{2e}{k(k-1)} \quad (\text{معادله-۹})$$

میانگین ضریب خوشه‌بندی نیز برابر میانگین همه ضرایب خوشه‌بندی کشورهاست و از رابطه ۱۰ به دست می‌آید:

$$\bar{c} = (1/N) \sum_{i=1}^n c_i \quad (\text{معادله-۱۰})$$

در شبکه‌های پیچیده گاهی این موضوع اهمیت می‌یابد که کدام رأس، بازیگر یا فرد در مرکزیت شبکه قرار دارد این مرکزیت به معنی داشتن ارتباط بیشتر با بقیه است. مرکزیت به دو نوع محلی و کلی تقسیم می‌شود. مرکزیت محلی به معنی رأسی است که با همسایگان خود ارتباط گسترده‌ای برقرار می‌کند مرکزیت کلی به رأسی اشاره می‌کند که اهمیت راهبردی برای کل شبکه دارد یکی از معیارهای اندازه‌گیری مرکزیت کلی معیار میانی بودن است. اگر  $P(k_j)$  بیانگر تعداد کوتاه‌ترین مسیرهایی باشد که بین k و z وجود دارد و از رأس i عبور می‌کند و  $P(k_j)$  مجموع کوتاه‌ترین مسیرهایی باشد که بین k و z وجود دارد معیار کلی مرکزیت می‌تواند از رابطه ۱۱ محاسبه شود (جکسون، ۲۰۰۸):

در شبکه‌های پیچیده، گاهی اوقات اهمیت دارد که کدام رأس، بازیگر یا فرد در مرکز شبکه قرار دارد. این مرکزیت به معنای داشتن ارتباط بیشتر با دیگر اعضای شبکه است. مرکزیت به دو نوع محلی و کلی تقسیم می‌شود. مرکزیت محلی به معنای رأسی است که ارتباطات گسترده‌ای با همسایگان خود دارد، درحالی‌که مرکزیت کلی به رأسی اشاره دارد که از نظر راهبردی برای کل شبکه اهمیت دارد. یکی از معیارهای اندازه‌گیری مرکزیت کلی، معیار میانی بودن است. اگر  $P(k_j)$  تعداد کوتاه‌ترین مسیرهایی باشد که بین رأس‌های K و J وجود دارد و از رأس i عبور می‌کند، و  $P(k_j)$  مجموع کوتاه‌ترین مسیرهایی بین K و J باشد، معیار مرکزیت کلی می‌تواند از رابطه ۱۱ محاسبه شود (جکسون، ۲۰۰۸).

$$C_e^B(g) = \sum_{k \neq j, i \in \{k, j\}} \frac{p_i(k_j) / p(k_j)}{(n-1)(n-2)/2} \quad (\text{معادله-۱۱})$$

رأس‌هایی که امتیاز بیشتری به دست می‌آورند، به دلیل ترافیک بالاتری که نسبت به دیگر رئوس دارند، مرکزیت بیشتری دارند. یکی دیگر از شاخص‌هایی که

برای ارزیابی مرکزیت به کار می‌رود، شاخص بردار ویژه<sup>۱</sup> است. هدف اصلی از بررسی این شاخص، ارزیابی اهمیت همسایگان یک کشور در شبکه تجارت است و درواقع، نقش کشورهایی که با یکدیگر روابط تجاری دارند را بررسی می‌کند. به عبارت دیگر، کشورهایی که بردار ویژه بالاتری دارند، از نظر این شاخص به عنوان کشورهای مرکزی شناخته می‌شوند که با کشورهایی ارتباط تجاری دارند که خود آن‌ها نیز با بسیاری از کشورهای دیگر روابط تجاری دارند (De Benedictis & et al., 2013). این شاخص از طریق ماتریس مجاورت و محاسبه بردار ویژه به دست می‌آید.

## ۵. نتایج

### ۵-۱. نتایج مدل شبکه

غلات به عنوان منبع غذایی اولیه برای انسان، نقش اساسی در تغذیه جمعیت ایفا می‌کند و بیشترین سهم را از تجارت کشاورزی به خود اختصاص می‌دهد؛ بنابراین، در این مقاله، محصول در نظر گرفته شده جهت بررسی غلات است. در نتیجه «غلات» (HS10) را همان‌طور که در مقاوله‌نامه بین‌المللی برای توصیف و سیستم کدگذاری هماهنگ کالا مشخص شده است، انتخاب می‌شود که شامل گندم و مزلین (HS1001)، دانه‌های روغنی (HS1204)؛ جو (HS1003)؛ جو (HS1004)؛ ذرت (HS1005)؛ برنج (HS1006) و سویا (HS1201) است. داده‌های جریان تجارت از داده‌های «غلات» در پایگاه داده Comtrade سازمان ملل به دست آمده است. کشورها را به عنوان گره‌های شبکه و جریان‌های تجاری بین کشورها به عنوان لبه در نظر گرفته شده است. ابتدا، یک ماتریس شبکه تجاری ۶\*۶ را بر اساس محدوده فضایی EAEU ساخته شد. دوم، جریان‌های تجاری بین کشورها با ماتریس‌های شبکه تطبیق داده شد و ماتریس‌های شبکه تجاری مستقیم و وزن‌دار ساخته شد. در نهایت شبکه تجارت غلات EAEU برای سال‌های نمونه ۲۰۰۰ و ۲۰۲۱ ساخته شد. برای استخراج نتایج داده‌ها از نرم افزار گفی<sup>۳</sup> و ایویوز نسخه ۱۱۲ استفاده شد. نتایج بررسی بین ایران و ۵

۱. Eigenvector centrality

۲. علت انتخاب سال ۲۰۰۰ به دلیل این بوده است که این سال قبل شکل‌گیری اتحادیه بوده است و سال ۲۰۲۱ به عنوان آخرین سالی است که دارای داده‌های تجاری قابل استناد در مراجع آماری معتبر و بعد از شکل‌گیری اتحادیه است، برگزیده شده‌اند که قابلیت مقایسه شبکه تجارت قبل و بعد از تشکیل اتحادیه را به ما می‌دهد.

۳. gephi

کشور اتحادیه اقتصادی اوراسیا بررسی شد و همچنین در این مطالعه دو شبکه مجزا برای واردات و صادرات در نظر گرفته شده است.

## ۲-۵. توپولوژی شبکه صادرات

در این پژوهش، شبکه صادراتی برای دو سال ۲۰۰۰ و ۲۰۲۱ تحلیل شده است. نتایج این بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، میانگین تعداد روابط صادراتی که با میانگین درجه نمایان می‌شود و نشان‌دهنده تعداد روابط هر کشور با کشورهای دیگر در اتحادیه اوراسیا است، در سال ۲۰۰۰ برابر با ۲/۶۶۷ بوده و در سال ۲۰۲۱ به ۶ افزایش یافته است. این افزایش نشان‌دهنده گسترش مقصدهای صادراتی کشورها در مقایسه با گذشته است و می‌تواند دلیلی بر جهانی‌شدن تجارت بین کشورها و افزایش ارتباطات تجاری باشد. همچنین، تراکم شبکه که به بررسی روابط صادراتی بین کشورها پرداخته و از تقسیم تعداد روابط موجود بر بیشترین تعداد رابطه دوجانبه ممکن به دست می‌آید، نشان می‌دهد که این شبکه در طول زمان متراکم‌تر شده است؛ به این معنا که روابط تجاری بین کشورها بیشتر شده و نتایج به دست آمده از شاخص میانگین درجه نیز این روند را تأیید می‌کند.

جدول (۱): اندازه شاخص‌های شبکه صادرات محصولات اساسی کشاورزی در سال

۲۰۲۱ و ۲۰۰۰

نوع ماتریس	سال	تعداد یال	میانگین درجه	میانگین درجه وزن‌دار	تراکم شبکه	میانگین ضریب خوشه‌بندی
ماتریس صادرات	۲۰۰۰	۱۷	۲/۶۶۷	۲/۶۶۷	۰/۵۳۳	۰/۷۳۱
	۲۰۲۱	۱۸	۶	۶	۰/۸	۰/۹

منبع: (یافته‌های تحقیق)

## ۳-۵. توپولوژی شبکه واردات

تحلیل توپولوژی شبکه واردات نشان‌دهنده پیچیدگی و ارتباط بیشتر در این شبکه است. میانگین درجه این شبکه از شبکه صادراتی بالاتر است و نشان می‌دهد که کشورها به‌طور متوسط در سال ۲۰۰۰ از ۲,۶۶۷ کشور کالا وارد کرده‌اند، در حالی که

این میزان در سال ۲۰۲۱ به ۳,۳۳۳ افزایش یافته است. این تغییرات حاکی از افزایش روابط تجاری بین کشورها در این شبکه نیز می‌باشد.

شبکه واردات محصولات اساسی کشاورزی مدنظر بین ایران و اتحادیه اقتصادی اوراسیا را نشان می‌دهد با توجه به داده‌های موجود و شکل شبکه در سال ۲۰۰۰ بیشترین رابطه وارداتی را در این حوزه روسیه و قزاقستان داشته است و بیشترین نقش را در این شبکه داشته‌اند. نقش ایران در شبکه واردات محصولات اساسی در سال ۲۰۰۰ کم بوده و نقش فعالی نداشته است.

شبکه واردات محصولات اساسی کشاورزی مدنظر بین ایران و اتحادیه اقتصادی اوراسیا را در سال ۲۰۲۱ نشان می‌دهد با توجه به داده‌های موجود و شکل شبکه در سال ۲۰۲۱ بیشترین رابطه وارداتی را همچنان در این حوزه روسیه و بعد قزاقستان داشته‌اند. نقش ایران در شبکه واردات محصولات اساسی در سال ۲۰۲۱ نیز کم بوده و ۲ رابطه وارداتی داشته و نقش فعالی نداشته است.

با توجه به اندازه شاخص‌های شبکه واردات محصولات اساسی کشاورزی در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۲۱ که در جدول شماره (۲) نشان داده شده است، تراکم این شبکه در طول زمان افزایش یافته و از ۰,۵۳۳ در سال ۲۰۰۰ به ۰,۶۶۷ در سال ۲۰۲۱ رسیده است که نشان‌دهنده افزایش تعداد روابط وارداتی بین کشورهاست و این نتیجه با یافته‌های قبلی تأیید می‌شود. با این حال، میانگین ضریب خوشه‌بندی این شبکه از ۰,۷۳۱ در سال ۲۰۰۰ به ۰,۶۶۷ در سال ۲۰۲۱ کاهش یافته است که نشان‌دهنده کاهش ارتباطات بین کشورهایی است که با یکدیگر روابط تجاری دارند. به عبارت دیگر، میزان تعامل وارداتی این کشورها با یکدیگر کاهش یافته است.

#### جدول (۲): اندازه شاخص‌های شبکه واردات محصولات اساسی کشاورزی در سال

۲۰۲۱ و ۲۰۰۰

نوع ماتریس	سال	تعداد یال	میانگین درجه	میانگین درجه وزن دار	تراکم شبکه	میانگین ضریب خوشه‌بندی
ماتریس واردات	۲۰۰۰	۱۶	۲/۶۶۷	۲/۶۶۷	۰/۵۳۳	۰/۷۳۱
	۲۰۲۱	۲۰	۳/۳۳۳	۳/۳۳۳	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷

منبع: (یافته‌های پژوهش)

## ۴-۵. ارزیابی جایگاه ایران در شبکه تجارت محصولات اساسی کشاورزی در اتحادیه اقتصادی اوراسیا

بررسی ویژگی‌های ایران در شبکه صادرات نشان می‌دهد که درجه رأس ایران از میانگین درجه رأس شبکه صادرات در سال ۲۰۰۰ بیشتر ولی در سال ۲۰۲۱ کمتر بوده است و در مقایسه با سایر کشورها، در سال ۲۰۰۰ فقط از ارمنستان وضعیت بهتری داشته است و در سال ۲۰۲۱ وضعیت بدتری نسبت به سایر کشورها داشته است و با قرقیزستان درجه رأس برابر داشته است. این نتایج بدین معناست که تعداد شرکای تجاری ایران در صادرات محصولات اساسی کشاورزی در این اتحادیه از میانگین کل کشورهای عضو در سال ۲۰۰۰ بیشتر ولی در سال ۲۰۲۱ کمتر بوده است. همچنین در شبکه واردات درجه رأس ایران از میانگین درجه رأس شبکه واردات در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۲۱ بیشتر بوده است و شرکای تجاری ایران جهت واردات در سال ۲۰۲۱ افزایش یافته است.

کشور فدراسیون روسیه در این شبکه روابط تجاری با تمامی کشورهای موجود دارد که این می‌تواند به معنای دسترسی به بازارهای بیشتر و متنوع‌تر برای این کشور باشد. در مقابل، ایران تنها با کشورهای معدودی در این اتحادیه در زمینه تجارت محصولات اساسی کشاورزی ارتباط دارد. این امر برای ایران که تحت تحریم‌های اقتصادی قرار دارد، اهمیت زیادی دارد؛ زیرا تنوع بخشیدن به شرکای تجاری از طریق عضویت در این اتحادیه و بهره‌برداری از ظرفیت‌های آن می‌تواند تأثیرات منفی حذف ایران از شبکه تجارت جهانی به دلیل تحریم‌ها را کاهش دهد و امنیت غذایی کشور را تضمین کند. تحلیل شاخص مرکزیت میانی نشان می‌دهد که تنها فدراسیون روسیه نسبت به ایران امتیاز بیشتری دارد. این نتیجه می‌تواند به این معنا باشد که روسیه نقش یک هاب تجاری را ایفا می‌کند که می‌تواند مراکز تجاری مختلف را به یکدیگر متصل کند. این ویژگی به‌وضوح در شبکه واردات کالا نیز دیده می‌شود، جایی که روسیه و قزاقستان در سال ۲۰۲۱ بالاترین امتیاز مرکزیت میانی را دارند. به همین دلیل، حذف این کشورها از شبکه تجاری می‌تواند تأثیرات گسترده‌ای بر کل شبکه داشته باشد یا بحران‌های آن‌ها بر سایر کشورها اثر بگذارد، درحالی‌که حذف کشورهای با مرکزیت کمتر، آسان‌تر خواهد بود. شرکای تجاری هر کشور می‌توانند بر تجارت آن کشور تأثیرگذار باشند، و گاهی ارتباط با یک شریک تجاری که خود با بسیاری از کشورهای دیگر در ارتباط است، می‌تواند مزایای

اقتصادی و سیاسی زیادی به همراه داشته باشد. از این رو، با استفاده از شاخص مرکزیت، وضعیت ایران در مقایسه با کشورهای دیگر اتحادیه اقتصادی اوراسیا از نظر اهمیت شرکای تجاری بررسی شد. در تمام سال‌های مورد بررسی، ایران همواره در میان ۵ کشور اتحادیه اقتصادی اوراسیا، چه در شبکه صادرات و چه در شبکه واردات، در رتبه‌های میانی قرار داشته است، به این معنی که شرکای تجاری ایران، نسبت به شرکای تجاری دیگر کشورها در اتحادیه، روابط تجاری کمتری با یکدیگر داشته‌اند (به جز فدراسیون روسیه و قزاقستان). بررسی شاخص‌ها در سال ۲۰۲۱ نشان می‌دهد که فدراسیون روسیه و قزاقستان نقش مهمی در شبکه تجارت محصولات اساسی کشاورزی در اتحادیه اوراسیا دارند. در نتیجه، بر اساس شاخص‌های مرکزیت، ایران در شبکه تجارت اتحادیه اقتصادی اوراسیا در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۱ به‌عنوان کشوری با جایگاه غیرمهم شناخته شده و همواره در رتبه‌های میانی قرار داشته است. این وضعیت در واردات کالا بدتر از صادرات بوده، در حالی که روسیه و قزاقستان وضعیت به مراتب بهتری داشته‌اند، و کشورهای قرقیزستان، ارمنستان و بلاروس وضعیت ضعیف‌تری نسبت به ایران داشته‌اند. جدول (۳) نشان‌دهنده شاخص‌های محاسبه شده برای ایران و پنج کشور اتحادیه اقتصادی اوراسیا در شبکه صادرات و واردات محصولات اساسی کشاورزی است.

### جدول (۳): شاخص‌های محاسبه شده برای ایران و پنج کشور عضو اتحادیه

#### اقتصادی اوراسیا در زمینه شبکه صادرات و واردات محصولات اساسی کشاورزی

جریان	شاخص	سال	رتبه ایران	ایران	فدراسیون روسیه	قزاقستان	قرقیزستان	ارمنستان	بلاروس
صادرات	درجه هر رأس	۲۰۰۰	۴	۴	۱۰	۶	۵	۳	۴
		۲۰۲۱	۵	۴	۸	۸	۴	۶	۶
	مرکزیت	۲۰۰۰	۳	۰/۵	۱۳	۰/۵	۰	۰	۰
	میانی	۲۰۲۱	۵	۰	۱/۵	۱/۵	۰	۰	۰
	مرکزیت	۲۰۰۰	۴	۰/۷	۱	۰/۹	۰/۸	۰/۶	۰/۶
	مقدار ویژه	۲۰۲۱	۳	۰/۹	۱	۱	۰/۷	۰/۹	۰/۹
واردات	درجه هر رأس	۲۰۰۰	۴	۴	۱۰	۶	۵	۳	۴
		۲۰۲۱	۳	۶	۱۰	۸	۴	۶	۶
	مرکزیت	۲۰۰۰	۳	۰/۵	۱۳	۰/۵	۰	۰	۰

جریان	شاخص	سال	رتبه ایران	ایران	فدراسیون روسیه	قزاقستان	قرقیزستان	ارمنستان	بلاروس
	میانی	۲۰۲۱	۳	۰/۶۶	۵/۳۳	۲/۶۶	۰	۰/۶۶	۰/۶۶
	مرکزیت	۲۰۰۰	۴	۰/۷	۱	۰/۹	۰/۸	۰/۶	۰/۶
	مقدار ویژه	۲۰۲۱	۳	۰/۸	۱	۰/۹	۰/۷	۰/۸	۰/۸

منبع: (یافته‌های پژوهش)

### ۵-۵. نتایج مدل جاذبه

قبل از برآورد مدل‌ها، لازم است ویژگی متغیرهای مورد بررسی از نظر مانایی یا عدم مانایی ارزیابی شود. به دلیل ساختار خاص داده‌های پانلی، آزمون‌های مختلفی برای سنجش مانایی آن‌ها وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها شامل آزمون‌های لوین، لین و چو، آزمون ایم، پسران و شین، آزمون فیشر و آزمون هریس تاوالیس است. در این مقاله، از آزمون‌های ایم، پسران و شین استفاده شده است که مبتنی بر روش دیکی فولر شناخته شده‌اند. ویژگی مثبت این آزمون این است که ناهمگنی میان مقاطع را در معادله آزمون و همچنین فرضیه صفر آن در نظر می‌گیرد. به عبارت دیگر، بر خلاف برخی آزمون‌ها مانند لوین، لین و چو که فرض می‌کنند ضرایب مورد بررسی در معادله آزمون برای همه مقاطع یکسان و همگن هستند، فرضیه صفر آزمون ایم، پسران و شین این امکان را می‌دهد که ضرایب بین مقاطع متفاوت باشند. طبق نتایج ارائه شده در جدول (۴)، بر اساس آزمون ایم، پسران و شین، برخی از متغیرها در سطح احتمال خطای ۵ درصد یا کمتر مانا هستند و برخی دیگر با یک یا دو بار تفاضل‌گیری به حالت مانا در می‌آیند؛ بنابراین، استفاده از این متغیرها در برآورد مدل‌ها موجب بروز مشکل رگرسیون کاذب نخواهد شد.

#### جدول (۴): نتایج بررسی پایایی متغیرها

نام متغیر	LnTrade <sub>ij</sub>	Ingdp <sub>i</sub>	Ingdp <sub>j</sub>	Ecoim <sub>ij</sub>	Lndist <sub>ij</sub>	Network <sub>ij</sub>
وضعیت	I(1)	I(2)	I(2)	I(0)	I(0)	I(0)
آماره	-3.26	-1.74	-1.76	-1.93	-3.12	-4.25
Prob	0.0006	0.0408	0.0388	0.0265	0.0008	0.0004

منبع: (یافته‌های پژوهش)

در این مرحله از آزمون همجمعی پدرونی استفاده می‌شود تا انباشتگی متغیرها

در بلندمدت مورد بررسی قرار گیرد. طبق نتایج جدول‌های زیر، متغیرهای مدل با استفاده از آماره‌های مختلف دارای معناداری هستند و فرضیه صفر که مبنی بر عدم وجود همجمعی بین متغیرها است، رد شده و همجمعی میان متغیرها در بلندمدت تأیید می‌شود.

#### جدول (۵): نتایج آزمون هم جمعی پدرونی

Prob	Statistic	آماره آزمون
0.0003	-3.44	Panel ADF-Statistic

منبع: (یافته‌های پژوهش)

پس از بررسی مانایی و همجمعی متغیرها، آزمون اف - لیمر انجام می‌شود. این آزمون برای تشخیص این که آیا مدل مورد نظر باید به صورت پنبلی باشد یا خیر، به کار می‌رود. فرضیه صفر آزمون نشان می‌دهد که تمامی عرض از مبدأها برابر هستند، درحالی که فرضیه مقابل بیانگر این است که حداقل یکی از عرض از مبدأها متفاوت است؛ بنابراین، رد فرضیه صفر نشان‌دهنده ضرورت استفاده از روش داده‌های تابلویی است، درحالی که عدم رد فرضیه صفر به معنای استفاده از روش حداقل مربعات معمولی تجمیع شده است. بر اساس نتایج به دست آمده از این آزمون که در جدول‌های زیر آورده شده است، مشخص می‌شود که مدل مورد نظر این پژوهش از نوع پنل است، همان‌طور که در جدول شماره ۶ نشان داده شده است.

#### جدول (۶): نتایج مربوط به آزمون F-Limer

Prob	d.f	Statistic	Effect test
0.0015	(3,60)	2.56	Cross-section F

منبع: (یافته‌های پژوهش)

پس از اطمینان از اینکه مدل به کار گرفته شده، پنل است لازم می‌نماید به کمک انجام آزمون هاسمن دریابیم که مدل از نوع الگو با اثرها ثابت است یا از نوع الگو با اثرهای تصادفی. از نتایج جدول هاسمن که در زیر به آن اشاره شده است می‌توان دریافت که مدل ما از آثار تصادفی تبعیت می‌کند.

#### جدول (۷): نتایج مربوط به آزمون هاسمن

Prob	Chi-Sq.df	Chi-Sq.Statistic	Test Summary
0.0032	3	4.584128	Period random

منبع: (يافته‌های پژوهش)

در ادامه به ارائه نتایج حاصل از برآورد مدل‌ها پرداخته خواهد شد. نتایج برآورد مدل تجربی تحلیل عوامل مؤثر بر تجارت محصولات اساسی کشاورزی با استفاده از مدل پنل دیتا نشان می‌دهد که مدل قدرت توضیح‌دهی بالایی دارد. مطابق با جدول شماره ۸، تولید ناخالص داخلی کشور واردکننده (که در این مطالعه ایران به‌عنوان کشور عمده واردکننده محصولات اساسی کشاورزی در نظر گرفته شده است) تأثیر مثبت و معناداری بر حجم تجارت این محصولات داشته است. همچنین، تولید ناخالص داخلی کشورهای صادرکننده نیز تأثیر مثبت و معناداری بر حجم تجارت محصولات اساسی کشاورزی مانند: گندم، برنج، ذرت، جو و دانه‌های روغنی داشته است؛ اما طبق نتایج مدل اثرات تصادفی، متغیرهای عدم توازن اقتصادی، مسافت و نزدیکی فرهنگی تأثیر معناداری بر تجارت این محصولات در شبکه تجارت ایران و اعضای اتحادیه اقتصادی اوراسیا نداشته‌اند. علاوه‌براین، ضریب شاخص شبکه یا شاخص خوشه‌بندی که از مدل شبکه استخراج شده، منفی و معنادار است. بر اساس ضریب برآورد شده، این متغیر بیشترین تأثیر را بر تجارت دوجانبه کشورها داشته است. از آنجایی که ضریب خوشه‌بندی به‌عنوان شاخص شبکه در این مدل در نظر گرفته شده است، می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش ارتباطات تجاری بین شرکای تجاری یک کشور و در نتیجه افزایش رقابت، میزان تجارت آن کشور کاهش می‌یابد.

**جدول (۸): نتایج حاصل از برآورد مدل جاذبه**

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	آماره احتمال
lngdpi	1.353237	545.2342	-2.777223	0.0075
lngdpj	2.353718	113.4021	3.380640	0.0014
Ecoimij	1.393696	152445.8	0.426873	0.6712
Lndistij	-42.47089	85.02740	-0.499497	0.6195
comculij	-3.474533	184691.9	-1.099465	0.2764
Networkij	-6.554255	29.11961	-2.294522	0.0258

منبع: (يافته‌های پژوهش)

با توجه به جدول شماره ۸ در صورتی که تولید ناخالص داخلی ایران ۱ درصد افزایش یابد حجم تجارت محصولات مورد بررسی ۱/۳۵ درصد افزایش و همچنین اگر تولید ناخالص داخلی کشورهای صادرکننده ۱ درصد افزایش یابد، حجم تجارت ۲/۳۵ درصد افزایش می‌یابد و همچنین در صورتی که شاخص خوشه‌بندی ۱ واحد

افزایش یابد حجم تجارت ۶/۵۵- واحد کاهش می‌یابد.

### نتیجه‌گیری

در این پژوهش نتایج به‌دست‌آمده از شاخص‌های شبکه و مدل جاذبه بیان شده است. در ابتدا با استفاده از شاخص‌های شبکه نشان داده شده است که شبکه تجارت محصولات اساسی کشاورزی ایران با اتحادیه اقتصادی اوراسیا از نوع شبکه‌های پیچیده است. سپس با محاسبه شاخص‌های مرکزیت و خوشه‌بندی برای ایران در دو سال ۲۰۰۰ و ۲۰۲۱ نشان داده شده که جایگاه ایران در شبکه تجارت محصولات اساسی کشاورزی نشان می‌دهد که این کشور نقش کلیدی در این شبکه ندارد و بر اساس شاخص‌های مرکزیت محاسبه‌شده، ایران همواره در میانه کشورهای عضو اتحادیه اقتصادی اوراسیا قرار دارد. با این حال، از نظر تنوع شرکای تجاری، ایران وضعیت بهتری نسبت به میانگین کشورهای منتخب داشته است. همچنین بررسی شرکای تجاری ایران نشان می‌دهد که به‌طور متوسط این کشورها روابط کمی با یکدیگر داشته‌اند. این نتایج با مطالعات پیشین مانند: پژوهش فاجیولا، ریس و اسکیاو (۲۰۰۸) همخوانی دارد که نشان می‌دهد کشورهای با روابط تجاری گسترده‌تر معمولاً با کشورهای کم‌تجارت‌تر ارتباط دارند. یافته‌های این پژوهش همچنین حاکی از وجود همبستگی مثبت میان استحکام درجه هر رأس و ضریب خوشه‌بندی است، بدین معنا که کشورهایی با درجه استحکام بالاتر احتمال بیشتری برای تشکیل کلوب‌های تجاری مستحکم دارند. علاوه بر این، نتایج مدل با پژوهش‌های دیگر مانند مطالعات چن و ژانگ (۲۰۲۲)، کریس و همکاران (۲۰۲۱) و ون برکوم (۲۰۲۱) هم‌راستا است و نشان می‌دهد که رشد و توسعه تجارت تأثیر مثبت و معناداری بر امنیت غذایی کشورها دارد.

وقتی شاخص خوشه‌بندی ۱ را از خروجی مدل شبکه وارد مدل جاذبه کردیم و عوامل مؤثر بر حجم تجارت محصولات اساسی کشاورزی را مورد بررسی و ارزیابی قرار دادیم طبق خروجی‌های به‌دست‌آمده در صورتی که تولید ناخالص داخلی ایران ۱ درصد افزایش یابد، حجم تجارت محصولات مورد بررسی ۱/۳۵ درصد افزایش و همچنین اگر تولید ناخالص داخلی کشورهای صادرکننده ۱ درصد افزایش یابد، حجم تجارت ۲/۳۵ درصد افزایش می‌یابد و همچنین در صورتی که شاخص

خوشه‌بندی ۱ واحد افزایش یابد حجم تجارت ۶/۵۵- واحد کاهش می‌یابد.

### پیشنهادها

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، توصیه‌های سیاستی زیر برای بهبود تجارت محصولات مورد بررسی پیشنهاد می‌شود:

#### ۱- تقویت رشد اقتصادی داخلی برای افزایش تجارت: از آنجاکه هر ۱ درصد

افزایش در تولید ناخالص داخلی ایران منجر به ۱,۳۵ درصد افزایش در حجم تجارت می‌شود، لازم است سیاست‌هایی در جهت افزایش رشد اقتصادی داخلی اتخاذ شود. این سیاست‌ها می‌تواند شامل حمایت از تولید داخلی، توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل و لجستیک، کاهش موانع دیوان‌سالاری برای صادرات، و تسهیل دسترسی تولیدکنندگان به منابع مالی باشد.

#### ۲- افزایش همکاری‌های اقتصادی با کشورهای صادرکننده: با توجه به اینکه

هر ۱ درصد افزایش در تولید ناخالص داخلی کشورهای صادرکننده منجر به ۲,۳۵ درصد افزایش در حجم تجارت می‌شود، توسعه روابط تجاری و اقتصادی با این کشورها اهمیت زیادی دارد. سیاست‌هایی مانند امضای توافقات تجاری دوجانبه یا چندجانبه، کاهش تعرفه‌های گمرکی و غیرتعرفه‌ای، و ایجاد تسهیلات بانکی برای مبادلات مالی با این کشورها می‌تواند تأثیر مثبتی داشته باشد.

#### ۳- مدیریت اثرات منفی شاخص خوشه‌بندی: از آنجاکه هر واحد افزایش در

شاخص خوشه‌بندی منجر به کاهش ۶,۵۵ واحدی در حجم تجارت می‌شود، باید به سیاست‌های کاهش تمرکز یا انحصار در تجارت توجه شود. این شامل:

- تنوع‌بخشی به بازارهای هدف صادراتی برای کاهش وابستگی به چند کشور خاص.
- حمایت از تولیدکنندگان کوچک و متوسط برای ورود به بازارهای بین‌المللی.
- استفاده از ابزارهای دیجیتال و تجارت الکترونیک برای دسترسی گسترده‌تر به بازارهای جهانی.

#### ۴- ایجاد زیرساخت‌های لجستیک و بهبود شبکه‌های تجاری: سرمایه‌گذاری

در زیرساخت‌های حمل‌ونقل، انبارداری و زنجیره تأمین می‌تواند هزینه‌های تجارت را کاهش داده و امکان ارتباط مؤثرتر با کشورهای صادرکننده و واردکننده را فراهم کند.

#### ۵- حمایت از خوشه‌های تولیدی داخلی به‌جای تمرکز جغرافیایی: در

سیاست‌های خوشه‌بندی باید تمرکز بر ایجاد خوشه‌های تولیدی در سطح داخلی

باشد که به افزایش رقابت‌پذیری و کاهش وابستگی تجاری منجر می‌شود. این خوشه‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که با نیازهای بازارهای صادراتی همخوانی داشته باشند.

### فهرست منابع

الهی، ناصر؛ معصوم‌زاده، الهه؛ کیاالحسینی، سید ضیاء‌الدین و عربی، سیدهادی (۱۴۰۰). بررسی آثار موافقتنامه تجاری بین ایران و اتحادیه اقتصادی اوراسیا بر بخش‌های صادراتی صنعت و کشاورزی؛ رهیافتی از مدل جاذبه. پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۱۱(۴۴)، ۱۰۵-۱۲۰.

- Anderson, J. E. & van Wincoop, E. (2003). Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle. *American Economic Review*, 93(1), 170-192.
- Anderson, J. E. (1979). A Theoretical Foundation for the Gravity Equation. *The American Economic*, 69(1), 106-116.
- Badinger, H. & Breuss, F. (2008). Trade and productivity: an industry perspective. *Empirica*, (35), 213-231.
- Behnassi, M. & El Haiba, M. (2022). Implications of the Russia–Ukraine war for global food security. *Nat. Hum. Behav.*, (6), 754–755.
- Bergstrand, J. H. (1985, August). The gravity equation in international trade: some microeconomic foundations and empirical evidence. *The Review of Economics and Statistics*, 67(3), 474-481.
- Bhattacharya K.; Mukherjee, G.; Sarāmaki, J.; Kaski, K. & Manna, S. (2008). The international trade network: weighted network analysis and modeling. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, (2), P02002.
- Brooks, J. & Matthews, A. (2015). Trade Dimensions of Food Security. OECD Food. *Agriculture and Fisheries Papers*, (77), OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/5js65xn790nv-en>
- Cai, H. & Song, Y. (2016). The state's position in international agricultural commodity trade: A complex network. *China. Agr. Econ. Rev.* (8), 430–442.
- Chen, W. & Zhang, H. (2022). Characterizing the structural evolution of cereal trade networks in the belt and road regions: A Network Analysis approach. *Foods*, 11(10), 1468. <https://doi.org/10.3390/foods11101468>.
- De Benedicts, L.; Nenci, S.; Santoni, G.; Tajoli, L. & Vicarelli, C. (2013). *Network Analysis of World Trade using the BACI-CEPII dataset*, CEPII Working Paper.

- Deadroff, A. (1998). Determinants of Bilateral Trade: Does Gravity Work in a Neoclassical World? (J. A. Frankel, Ed.) University of Chicago Press.
- Egger, P. (2002). An Econometric View on the Estimation of Gravity Models and the Calculation of Trade Potentials. *World Economy*, (25), 297-312.
- Fagiolo, G.; Rayes, J. & Schiavo, S. (2008). On the topological properties of the world trade web: A weighted network analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Elsevier*, 387(15), 3868-3873.
- Foti, N. J.; Scott, P. & Rockmore, D. N. (2013). Stability of the world trade web over time- an extinction analysis. *Journal of Economic Dynamics & control*, (37), 1889-1910.
- Garlaschelli, D. & Loffredo, M. L. (2004). Fitness-dependent topological properties of the world trade web. *Physical Review Letters*, 93(18), 1-4.
- Gupta, R.; Gozgor, G. & Kaya, H. (2019). Effects of geopolitical risks on trade flows: evidence from the gravity model. *Eurasian Econ Rev*, (9), 515-530.
- Haken, H. (2006). *Information and Self-Organization A Macroscopic Approach to Complex Systems*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Ibrahim, R. L.; Al-mulali, U.; Ajide, K. B.; Mohammed, A. & Al-Faryan, M. a. S. (2023). The implications of food security on sustainability: Do trade facilitation, population growth, and institutional quality make or mar the target for SSA? *Sustainability*, 15(3), 2089. <https://doi.org/10.3390/su15032089>.
- Jalaei, S. A. & Soleimani, S. (2006). Iran's Trade Integration with ECO Member States: Application of an Attraction Model. *Economic Research*, (4). (In Persian).
- Kareem, F. O.; Martínez-Zarzoso, I. & Brümmer, B. (2023). *What Drives Africa's Inability to Comply with EU Standards? Insights from Africa's Institution and Trade Facilitation Measures*. The European Journal of Development Research.
- Kastelle, T. H. & Steen, J. T. (2005). Globalisation and connectedness in international business: The new science of networks. In: H.W. Volberda, 3rd Annual JIBS/AIB/CIBER Invitational Conference on Emerging Research Frontiers in International Business. JIBS Conference, Rotterdam, The Netherlands, 28 - 30 September.
- Kazroni, A.; victim, A. & Thaghafi Kalwanq, R. (2014). Investigating the efficiency of unilateral and multilateral sanctions on foreign trade of non-oil products in Iran. *Quarterly Journal of Applied Economic Theories*, second year, (1), 83-98.
- Leitão, N.C. & Faustino, H. (2010). Portuguese Foreign Direct Investment Inflows: An Empirical Investigation. *International Research Journal of Finance and Economics*, (38), 190-197.
- Martin, W. & Laborde, D. (2018). Trade: The free flow of goods and food security and nutrition, Chapter 3. In International Food Policy Research

- Institute (Ed.), Global Food Policy Report. [https://doi.org/10.2499/9780896292970\\_03](https://doi.org/10.2499/9780896292970_03)
- Mpajb, B. & Bilali, H. E. (2021). *Agri-food markets, trade, and food and nutrition security*. In Elsevier eBooks (87–106). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-820521-1.00004-6>
- Nicola Cantore & Charles Fang Chin Cheng (2018). International trade of environmental goods in gravity models [J]. *Journal of Environmental Management*, (223).
- Serrano. M. & Boguna. M. (2003). Topology of the world trade web. *Physical Review E*, 68(1), 015101.
- Souri, A. (2014). Analysis of Factors Affecting Iran's Trade Convergence with Blocks of Selected Regions (Application of a Gravity Model). *Quarterly Journal of Economic Research*, Fourteenth Year, (53), Summer 2014 (In Persian).
- Van Berkum, S. (2021). How trade can drive inclusive and sustainable food system outcomes in food deficit low-income countries. *Food Sec.* (13), 1541–1554.
- Wang, X.; Ma, L.; Yan, S.; Chen, X. & Grove, A. (2023). Trade for Food Security: The stability of global agricultural trade networks. *Foods*, 12(2), 271. <https://doi.org/10.3390/foods12020271>
- Yazdanparast, Z. Seifi; A. Fallahi, M.A. & Karimzadeh, M. (2015). Empirical Test of Leader Theory in Iran's Foreign Trade Model. *Quarterly Journal of Economic Research and Policy*, 23(76). (In Persian)
- Yogeeswari, Subramaniam; Tajul, Ariffin, Masron; Nanthakumar, Loganathan (2023). Imports and Food Security. *Global Journal of Emerging Market Economies*, 097491012211464-097491012211464. doi: 10.1177/09749101221146422